

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ УКРАЇНИ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

*Россоха В.В.,*

*д.е.н., с.н.с.*

*Соколов Д.О.,*

*здобувач,*

*Національної академії аграрних наук України,*

*м. Київ*

Технології, що використовуються в різних галузях економіки (промисловість, сільське господарство, торгівля, транспорт тощо) являють собою складні системи, що мають певну історію і динаміку розвитку. Вони характеризуються обсягом знань, які залучаються до використання економічних ресурсів і виробництва товарів та послуг, і способами перетворення речовини й енергії в процесі господарської діяльності – виробництва продукції, обробки і переробки матеріалів, складання готових виробів, контролю за їх якістю.

У сільському господарстві технології значно відрізняються від промислових. Насамперед, це пов'язано з природними об'єктами (грунт, рослини, тварини, мікроорганізми). Маса рослин в процесі фотосинтезу, завдяки енергії Сонця, формується головним чином з води, газоподібних елементів і сполучень повітря при включенні незначної частки зольних елементів. Друга відмінна особливість технологій аграрної сфери полягає в деконцентрації виробничих процесів на поверхні Землі. Світове землеробство охоплює 1 млрд 470 млн га [1]. Виробництво рослинницької продукції здійснюється головним чином просто неба. Зовнішні умови, за винятком зрошуваних земель, слабо піддаються регулюванню.

Тенденції розвитку технологій в землеробстві наглядно ілюструються на прикладі двох найважливіших технологічних систем – обробітку ґрунту і збирання врожаю. Так, технологія обробітку ґрунту пройшла етапи: ручного землеробства мотикою; оранки і розпушення ґрунту примітивними знаряддями на тязі приручених домашніх тварин; інтенсивного обробітку ґрунту знаряддями на тракторній тязі; використання хімічного методу боротьби з бур'янами, у зв'язку з чим інтенсивність механічного обробітку ґрунту знизилася, а продуктивність праці різко підвищилася. Наступним етапом стало освоєння *No-till* технологій, які не потребують попередньої підготовки поля до сівби. На цьому етапі ланка обробітку ґрунту досягла межі свого розвитку й надалі можливе лише вдосконалення техніки і технологічних операцій з урахуванням різних ґрунтових, кліматичних і соціальних умов виробництва і праці. Оскільки для сучасного аграрного бізнесу найважливішим чинником виробництва став розмір прибутку, то можливе обрання таких стратегічних напрямів розвитку, як підвищення урожайності посівів на обмеженій площі або розширення площі посівів і отримання врожаю за рахунок природної родючості ґрунту без постановки завдання підвищення урожайності сільськогосподарських культур взагалі. Стрімке зростання обсягів застосування *No-till* систем свідчить про переважання саме цього підходу. Коли всі вільні орні землі будуть освоєні й залучені до господарської діяльності на перше місце буде поставлене підвищення урожайності.

Механізація збирання врожаю пройшла приблизно такий же шлях розвитку, як і обробіток ґрунту, що характеризується послідовною зміною знарядь праці від гребеня (ручне зчісування колосків диких злаків), серпа, коси, жниварки-лобогрійка,

самоскидної жнивarki, снопов'язалки, до комбайна, який поєднав косарку з молотаркою. На комбайні технологія збирання врожаю також досягла межі свого розвитку. Залишилася ще одна можливість удосконалення технологічного процесу – освоєння обчислювальних жаток, тобто повернення до витоків технології.

Хімізація землеробства бере початок з публікації в 1840 р. книги Юстуса Лібіха «Органічна хімія стосовно сільського господарства і фізіології». З цього часу почалася епоха застосування мінеральних добрив [2]. В подальшому агрономічна хімія послідовно розширювала свій вплив на сферу захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Окремою ланкою, що стрімко розвивається, є розроблення і впровадження у виробництво регуляторів росту рослин широкого спектру дії. Характерною ознакою сучасної агрохімії, в широкому її трактуванні, стало використання хімічних препаратів, які забезпечують високий позитивний ефект при малих дозах внесення (декілька грам на гектар). Таким чином формується своєрідний технологічний комплекс управління ростом, розвитком і захистом рослин, який називають агрофармакологією. Водночас з хімічним методом захисту рослин нестримно розвивається біотехнологічний – використання біотехнологічно модифікованих культурних рослин, що викликає значні дискусії й полеміки серед вчених і практиків. Одні з них розглядають цей чинник виробництва як одне з видатних досягнень у сучасній біологічній науці, що може значною мірою вплинути на подальший розвиток людства, інші висловлюють певні сумніви відносно цього, доводять можливість негативних наслідків після вживання біотехнологічно модифікованих рослин, треті запевняють, що всі великі відкриття в біології з часом знаходили практичне застосування, а тому гальмувати закономірний процес розвитку науки і технологій неможливо і безперспективно. Ігнорування наукових досліджень в цьому напрямі неминуче призведе до технологічного відставання і значних економічних втрат [3].

Окремим технологічним напрямом стає точне землеробство. Воно передбачає точне визначення агрохімічних і агрофізичних характеристик полів, складання електронних карт відповідних показників і внесення агрохімікатів з урахуванням різних потреб культур на окремих ділянках поля. Необхідна умова його застосування – точна орієнтація агрегатів за системою *GPS*. На основі розвитку цього напрямку вже зараз можлива механізація обробки ґрунту, удобрення, посівів, захисту рослин без участі оператора, що працює на тракторі або комбайні. Використання таких технологій стає питанням часу і вартості.

У технологіях захисту рослин від бур'янів точне землеробство розвивається шляхом створення комп'ютерних оптичних систем розпізнавання образів засмічених ділянок поля або окремих бур'янів і локального внесення хімічних препаратів.

Варто зазначити, що сільськогосподарська галузь є соціоприродною системою і для кожної країни характерна певна еволюція технологій, що періодично переривається змінами революційного характеру. Найпомітнішою з них була заміна мотики ралом на тязі тварин та перехід від роздільного збирання і обмолоту врожаю до використання комбайна, що забезпечили підвищення продуктивності праці у 50 і 20 разів відповідно [4;5].

Зворотний вплив технологій на соціальні процеси і явища не такий очевидний. Найпомітнішим цей зв'язок виявився в період істотних економічних і соціальних змін, особливо у Великобританії після буржуазної революції XVIII ст. (1648 р.), коли почався бурхливий розвиток промисловості, зокрема текстильної. Вона потребувала сировини (шерсті) і, відповідно, розширення пасовищ для овець замість орних земель.

У історії цей процес відомий як «обгороджування». Селян масово зганяли із землі й вони поповнювали фабричний пролетаріат, хоча й на фабриках їх положення було не стабільним, оскільки примітивні ткацькі верстати замінювалися вдосконаленими ткацькими машинами з використанням гідроенергії, а дещо пізніше – парових двигунів [6]. Процеси, що відбуваються в Україні протягом останніх 20 років, наслідують буржуазну революцію, яка не отримала розвитку в 1917 році й відбулася більш ніж через 300 років після Британської зі всіма характерними для пострадянського періоду особливостями.

Безумовно, що при еволюційному розвитку суспільства нові високопродуктивні технології поступово ліквідують важку фізичну працю, вивільняють трудові ресурси, які знаходять застосування в інших галузях національної економіки, забезпечують зростання добробуту народу. Проте, це не характерно для революційних технологічних змін, що зумовлюють масове витіснення селян зі сфери аграрної економіки, безперспективність працевлаштування і цілі в житті, обезлюднення і занепад села.

Зазначене дає підстави для висновку, що аграрні технології являють собою складне соціально-економічне явище з такими основними компонентами як затрати праці, що оцінюються необхідним часом для виробництва продукції; оплата праці працівника, оператора; засоби механізації трудомістких процесів; засоби хімізації виробництва (агрохімікати); насіння (реалізація досягнень селекції, генетики, біотехнології); інформаційні ресурси, необхідні для здійснення виробництва на всіх його етапах і рівнях, потреба залучення яких в індустріально орієнтованих технологіях різко зростає. Спостерігається значний розрив в технологічному розвитку окремих країн. Незаперечний факт співіснування на окремих територіях і навіть в населених пунктах організаційних структур з різним рівнем розвитку технологій. Загальновідомий зв'язок між рівнем суспільного розвитку і технологіями. У сільському господарстві технології є своєрідними полем взаємодії зазначених чинників (рис. 1).

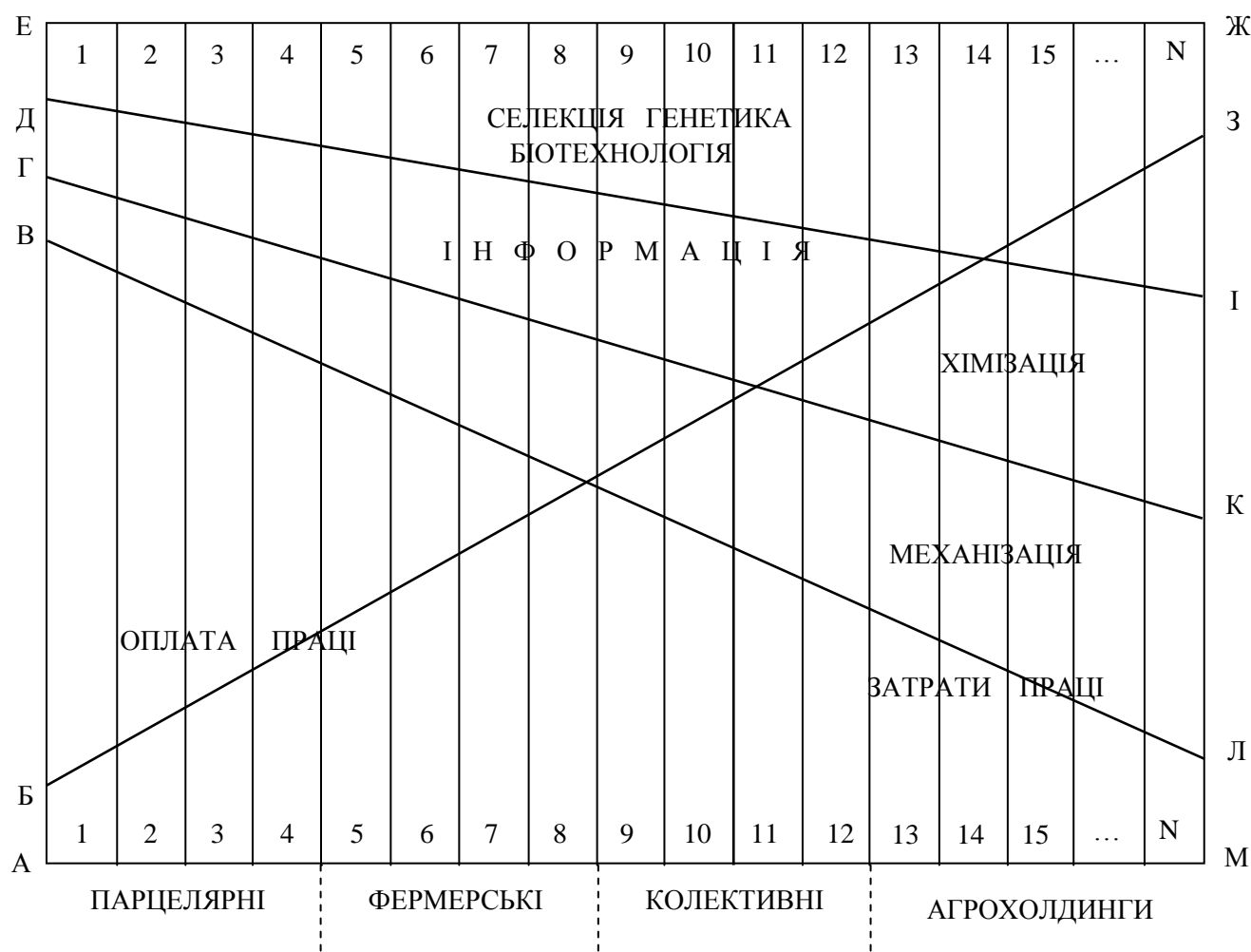
Схематичні дані (рис. 1) висвітлюють сформовані окремі зони (площини), які взаємоперетинаються: праця (АВНО), оплата праці (АБКО), механізація (ВГМН), хімізація (ГДЛМ), біотехнологія (ДЕІК), інформація як складник всіх технологічних ресурсів (ВЕІН) [7].

Кожен стовпець даної схеми – від 1 до ... *n* в узагальненій формі представляє технологічну систему окремої країни, регіону або соціально-економічного комплексу, яка відповідає рівню їхнього економічного розвитку, соціальної та організаційної структури. На них впливає загальна структура ВВП (аграрна, індустріальна) трудобезпеченість галузі, ціна робочої сили, економічна і соціальна політика урядів, загальна історія розвитку сільського господарства.

У правій частині схеми (рис. 1) представлені технології економічно розвинених країн. Такі співтовариства делегують в сільськогосподарську галузь обмежені трудові ресурси при їх високій вартості. Затрати праці в агротехнологіях мають незначну частку. Низька трудомісткість сільськогосподарського виробництва компенсується високопродуктивними засобами механізації. Висока продуктивність праці підтримується використанням агрохімікатів (добрива, засоби захисту рослин, регулятори росту), ефективних сортів, гібридів, в т.ч. створених за допомогою біотехнологічних методів. Подібні системи потребують залучення значних інформаційних ресурсів, енергії, капіталів. При цьому енергія і капітал не є окремими

складовими технологій. Вони виступають як постійні незамінні компоненти їх функціонування і включені у вартість кожного з використовуваних ресурсів.

Крайня ліва частина схеми (рис. 1) представлена бідними і нийбіднішими країнами. У типових для них соціально-економічних умовах створюються технології з широким використанням ручної праці і тяглових тварин при низькому рівні прояву сучасних елементів інтенсифікації виробництва, включаючи інформацію.



Площини: АВЛМ – затрати праці; АБЗМ – оплата праці; ВГКЛ – механізація; ГДІК – хімізація; ДЕЖІ – селекція, генетика, біотехнологія (насіння); ВЕЖЛ – інформація.

*Рис. 1. Загальна структура аграрних технологічних систем*

Таким чином, формуються два, що значно відрізняються між собою технологічних полюси. Один із них представлений трудозберігаючими, капітало-, матеріало-, інформаційноємними технологіями, а протилежний – трудомісткими технологіями, що не вимагають великих вкладень капіталу, енергії, матеріалів, високого рівня інформаційного забезпечення. Між цими технологічними «полюсами» існують проміжні форми технологій, характерні для різних аграрних співтовариств.

Аналогічні закономірності виявляються також в межах окремих країн через різний рівень економічного і соціального розвитку деяких їх регіонів, особливостей формування в них ринку праці кваліфікованої робочої сили, різних розмірів

землекористування, масштабів виробництва і організаційної структури господарських об'єктів.

У світовій практиці землеробства широко застосовують три типи технологій: традиційні (екстенсивні), інтенсивні й високоінтенсивні (ресурсозберігаючі), які мають певні відмінності.

Основний принцип формування екстенсивних технологій з використанням техніки третього технологічного укладу полягає в тому, що обсяги і якість отримуваної продукції не регулюються товаровиробником в процесі вегетації рослин, а залежать від погодних умов і повністю визначаються природною родючістю ґрунтів і ефективністю прийнятих сівозмін (якістю попередників). Їх потенційні можливості по врожайності зерна становлять 20–25 ц/га і не забезпечують захисту ґрунтів. Отже, екстенсивні технології в основному розраховані на використання природної родючості ґрунту. Переважання екстенсивного землеробства в країні на величезних територіях при низькій урожайності та якості продукції свідчить про неспроможність економіки формувати ефективне виробництво.

Інтенсивні технології базуються на застосуванні у виробництві добрив (мінеральних і органічних) і засобів захисту рослин. Потенціал цих технологій по зернових культурах становить 30–40 ц/га з орієнтуванням на підвищення родючості ґрунтів. Проте передбачений обсяг (30–40 т/га) внесення органічних добрив нині майже не доступний для сільськогосподарських підприємств у зв'язку зі згортанням галузей тваринництва, недостатністю спеціальної техніки і високою вартістю цих послуг. Тому інтенсивні технології застосовуються на обмежених площах.

Передова аграрна наука концентрує зусилля на розробленні машинних технологій нового покоління, оновленні машинно-тракторних парків технікою вищого технологічного укладу, більшій потужності (200–400 л. с.). Вони дають змогу за несприятливих погодних умов використовувати активний запас потужності, істотно понизити вплив природних чинників, підвищувати продуктивність, зменшити експлуатаційні витрати і чисельність виробничо-технологічного персоналу. Виробники сільськогосподарської продукції розвинених країн світу поступово переорієнтовувалися на використання мультиопераційної, комп'ютеризованої енерго- і ресурсозберігаючої техніки, що відповідає сучасним підвищеним екологічним вимогам, дає змогу забезпечити біологічну і екологічну рівновагу в природі. Отже, високоінтенсивні ресурсозберігаючі технології засновані на використанні сучасної техніки п'ятого технологічного укладу, стандартизованому своєчасному, точному, ґрунтозахисному і екологічно безпечному виконанні технологічних операцій. Потенціал таких технологій для зернових культур коливається в межах 50–60 ц/га [8].

При високому і надвисокому (щодо середніх світових значень) рівні оплати праці формуються трудозберігаючі технології, які в умовах обмеженості трудових ресурсів дають можливість освоювати великі масштаби виробництва. Висока продуктивність праці забезпечується належним рівнем механізації трудомістких процесів, широким використанням агрохімікатів, інформаційних ресурсів, *high-tech* технологіями.

Низька оплата праці і наявність значних трудових ресурсів (взаємозалежні чинники), формують трудомісткі багатоопераційні системи на примітивній машинній базі з широким використанням ручної праці і живої тягової сили. Інформаційний блок в таких системах обмежений і ґрунтується переважно на місцевих традиціях. Між цими полярними системами формується безліч комбінаторних варіантів [9].

Варто зазначити, що технологія стає ефективним чинником

високопродуктивного, рентабельного виробництва лише у разі виконання всіх передбачених нею агротехнічних прийомів в належні терміни. Відхилення хоча б в одній ланці загального технологічного ланцюга супроводжується не лише зниженням урожайності сільськогосподарських культур, а й зменшенням рівня окупності витрат. При цьому ландшафтні параметри (передусім ґрунтові) зон виробництва продукції рослинництва на етапах інтенсифікації сприяють формуванню основних принципів модернізації технологій, реформуванню інженерної служби сільськогосподарських підприємств, підвищенню експлуатаційних параметрів і надійності технічних засобів.

Нині сільське господарство України характеризується одночасною взаємодією різних технологічних способів виробництва і технологічних укладів. Небезпідставно упроваджуються трудо-, енерго-, матеріало-, капітало-, наукоємкі (інформаційні) технології, їх різноманітні комбінації і співвідношення в різних господарських системах з притаманними для них особливостями, що визначаються соціально-економічними умовами і масштабами виробництва, забезпеченістю кваліфікованими управлінськими кадрами і виробничо-технологічним персоналом, землезабезпеченістю одного працівника, ґрунтово-кліматичними умовами регіонів, локальними особливостями, місцевими традиціями тощо [10, с. 204].

У сільськогосподарському виробництві України паралельно співіснують чотири організаційні форми з різною структурою технологій. Великі агропромислові об'єднання холдингового типу, які функціонують на основі оренди землі колективних господарств і капіталів, накопичених переважно поза аграрною сферою, прагнуть використовувати трудозберігаючі інформаційні технологічні системи п'ятого технологічного укладу, характерні для високорозвинених країн світу. У 2012 р. 129 таких формувань контролювали близько 8,7 млн га або 23,5 % сільськогосподарських угідь країни, у т. ч. 41,3 % угідь, які обробляли понад 6 тис. аграрних підприємств традиційного типу. За підрахунками фахівців, через 2–3 роки кількість формувань агрохолдингового типу зросте до 170–180 одиниць і ними будуть контролюватися близько 28–30 % земель сільськогосподарського призначення [11, с. 10].

В досить потужному секторі парцелярного господарства сільських населених пунктів і жителів міст використовуються трудо-, матеріало-, енергоємні, інформаційно застарілі технології, які мало чим відрізняється від архаїчних землеробських систем багатьох азіатських і африканських країн. На початок 2011 р. загальна кількість таких господарств становить понад 4,6 млн од. і вони обробляли 6,6 млн га землі [12, с. 25]. Проте лише 13,0 % з них використовували техніку під час обробітку землі, в основному, що ведуть господарську діяльність на земельній площі більше одного гектара. Якщо цю групу господарств прийняти за 100 %, то трактор мали 16,0 % господарств, плуг – 41,3 %, борону – 37,3 %, сівалку – 11,0 %, комбайн 1,8 %, вантажний автомобіль – 3,3 %. Одночасно декілька з перелічених видів техніки, більшість якої давно вичерпала строки експлуатації, мали 61,5 % господарств [13, с. 47–49; 14, с. 266–267].

Для обробітку невеликих земельних ділянок селянам потрібні міні-трактори потужністю 18–30 кВт (22–36 к.с.), зняряддя до них, мотоблоки і мотокультиватори. Водночас, з мінітехніки на селі працювало 44 тис. од. міні-тракторів і мотоблоків. З розрахунку на один трактор припадало майже 150 га ріллі при оптимальному навантаженні 5–20 га сільгоспугідь протягом сезону. Майже 34 % сільських домогосподарств використовували для обробітку землі робочу худобу (коней).

Мізерний рівень оснащення парцелярних господарств засобами виробництва, їхня техніко-технологічна відсталість зумовлює необхідність у 94 % випадків застосовувати на виконанні сільськогосподарських робіт ручну працю. Майже суцільно технічні засоби застосовуються у цих господарствах лише на найважливіших роботах (оранка, культивация землі, обмолот зернових), причому на засадах платного обслуговування.

Виробничі системи колективних підприємств і фермерських господарств, у володінні яких знаходиться 20,5 млн га, базуються на технологічних системах проміжного типу між згаданими формами з домінування елементів третього і четвертого ТУ [15].

Ці різні по організації і технології системи в сукупності утворюють аграрний комплекс країни. Але їх відрізняють деякі особливості. Окрім зональної спеціалізації вони визначаються щільністю сільського населення, трудозабезпеченістю територій і різними обсягами виробництва в парцелярному секторі (табл. 1).

Таблиця 2.1

**Показники земле- і трудозабезпеченості в ґрунтово-кліматичних зонах України**

Зона	Області	Частка сільського населення, %	Припадає орних земель, га на:		
			сільського жителя	працівника галузі с.-г.	с-г. підприємство
Західний регіон і Полісся	Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька, Львівська, Тернопільська, Волинська, Рівненська, Житомирська	52	0,91	4,0	1902
Лісостеп	Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Київська, Полтавська, Сумська	43	1,90	5,3	2853
Степ	АР Крим, Одеська, Кіровоградська, Миколаївська, Херсонська, Дніпропетровська, Запорізька, Харківська, Донецька, Луганська	23	3,22	7,24	4605

Джерело: [16].

Найменш забезпечена трудовими ресурсами зона Степу. Тому в цій зоні набагато раніше і у великих масштабах були впроваджені технології із застосуванням тракторів тягового класу 5 т і вище, широкозахватних (12–18 м) безполицевих знарядь і поєднанням прийомів обробки ґрунту з посівом в єдиному технологічному циклі і агрегаті, переважно з локальним внесенням добрив, тобто *No-till* системи. Такі технології забезпечують підвищення продуктивності праці в землеробстві в чотири рази, економію пально-мастильних матеріалів, металу, амортизаційних витрат машинно-тракторного парку, запасних частин при нинішніх світових цінах і зниження сумарних витрат на 1 га на 50–90 дол. США в порівнянні з традиційною технологією.

У зоні Лісостепу, переважно в районах розвиненого бурякосіяння, формуються системи землеробства на основі традиційних технологій обробітку ґрунтів. В окремих

великотоварних господарствах фрагментарно використовують *No-till* системи. У західній частині Лісостепу і в Поліссі домінують традиційні технології з періодичним використанням мінімальної обробки ґрунту й інших елементів високопродуктивних технологій.

На локальному рівні, маємо на увазі село, загальну територію сільської громади, на запровадження технологій різного типу впливає друга форма земельної ренти, яка визначається відстанню між земельною ділянкою та виробничим центром або садибою. Центр такої системи, її ядро (село або домогосподарство), та найближчі околиці займають технології спрощеного або примітивного типу. Високопродуктивні технології індустріального типу тяжіють до периферійної її частини (рис. 2).



**Рис. 2. Формування господарських систем і технологій на локальному рівні**

З освоєнням технології прямої сівби (“нульового” обробітку, *No-till* систем) і появою генетично модифікованих культурних рослин, які достатньо обґрунтовано належать до найвагомішого надбання біологічної, агрономічної та інженерної наук другої половини ХХ ст., землеробство знаходиться на етапі кардинальних змін. Його суть полягає в заміні декількох механічних операцій проведення основного і передпосівного обробітку ґрунту і догляду за посівами лише однією операцією. Вона виконується складним агрегатом (технологічним комплексом), який суміщає смуговий обробіток на заздалегідь необробленому полі із сівбою, що переважно поєднується з локальним внесенням добрив. Бур’яниста рослинність при цьому знищується виключно за допомогою гербіцидів класу глифосатів – препаратів найбільш екологічно сприятливої групи. Після токсичної дії на бур’яни вони швидко знешкоджуються в процесі біологічного розкладання ґрунтовими мікроорганізмами.

Безумовно, що освоєння енерго- і ресурсозберігаючих технологій та їх відповідне технічне забезпечення окрім часу потребує значних стартових капіталовкладень і науково обґрунтованих змін у системах обробітку ґрунту. Так, посівний комплекс фірми Флексі-Койл шириною захвату 9,7 м (122 тис. дол. США) у агрегаті з трактором Нью Голанд ТГ-230 (147 тис. дол. США) коштує понад два млн грн. Подібний комплекс для сівби просапних культур (кукурудза, соняшник, соя), що включає 12-рядну (8,4 м) сівалку «Кінзе» фірми Джон Дір (63 тис. дол. США) і трактор потужністю 315 к.с. (167 тис. дол. США) коштує 1,8 млн грн. Орієнтація на застосування таких технологій при сучасних обмежених можливостях



сільськогосподарських товаровиробників щодо інвестування в оновлення матеріально-технічної бази має дискретний ступеневий характер [17, с. 7].

На першому етапі впроваджують у виробництво сучасні ґрунтозахисні енергозберігаючі системи обробітку ґрунту. Залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов і спеціалізації виробництва це може бути комбінована (почергове застосування полицевого і безполіцевого обробітку ґрунту в сівозмінах), мінімальний і нульовий основний обробіток (*No-till* технологія прямої сівби). При цих варіантах передбачають збереження рослинних решток на поверхні ґрунту, що поліпшує його живильний і водний режими, агрофізичні властивості, забезпечує захист від дефляції, водної ерозії та інших негативних чинників. Мінімізація обробітку зменшує антропогенне навантаження на ґрунт, прямі матеріально-технічні витрати, затрати праці в технологічному процесі, сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції. На цьому етапі комплектацію парку ґрунтообробних машин здійснюють знаряддями дискового і чизельного типу, стійками і підрізаючими лапами різних конструкцій, забезпечують сівалками точного висіву [18].

Технологія *mini-till*, що передує “нульовому” обробітку ґрунту, потребує таких сівалок, робочі органи яких не забиваються рослинними рештками при посіві насіння. Нині на ринку України пропонується велика кількість сівалок зарубіжних виробників. Низку унікальних агротехнічних переваг виявлено у сівалки Super Walter. Для *mini-till* і *No-till* технологій застосовують три варіанти посівних комплексів «Horsch–Агро-союз» – АТД 9.35, АТД 11.35 і АТД 18.35 (з робочою шириною 9,8; 11,2 і 18,2 м відповідно). Кожен з них за допомогою гідравлічного пристрою може складатися для транспортування до ширини 5,7 м. Істотні відмінності існують і в технологіях *No-till*. В проблемних регіонах щодо температурного режиму ґрунту для прискорення його прогрівання анкерними сошниками проводять рихлення посівних смуг з подрібненням рослинних решток, а в умовах значного зволоження (1000–1200 мм опадів) і високих температур на поверхні ґрунту при сівбі сільськогосподарської культури сошниками прорізають мінімально можливу смугу без подрібнення соломи [19].

Попри значну номенклатуру, *No-till* системи можна розділити на дві основні групи – «сівалки-культиватори» та «сівалки з розділеними пристроями». До складу першого комплексу входить важкий культиватор з регулюванням глибини обробітку ґрунту від 3–4 до 18 см і сівалочний блок. У системі культиватор може від'єднуватись від сівалочного блоку і виконувати свої функції окремо. Бункер сівалочного блоку розділено на дві частини – для насіння і добрив. Під час роботи насіння і добрива найчастіше у одному потоці пневматичною системою подаються під 40 см лапу. Комплекс поєднує передпосівний обробіток, сівбу, внесення добрив, прикочування. На сівалочний блок може встановлюватися пристрій для протруєння насіння в потоці повітря при русі від бункера до висіваючого апарата. Другий комплекс обладнаний пристроями для розпушування вузької смуги ґрунту та дисковим сошником для висіву насіння. У цьому посівному агрегаті потоки насіння і добрив розділяються. Добрива загортаються у ґрунт на 5 см у бік і глибше від насіння. Недоліком цієї системи є звужений діапазон використання знаряддя.

Другий етап включає удосконалення елементів енерго- і ресурсозберігаючих технологій. Для цього здійснюють детальне дослідження і відпрацювання систем локального застосування добрив і засобів захисту рослин, вивчають створення шару мульчі з рослинних решток, структуру посівних площ і черговості культур у сівозмінах з урахуванням продуктивності виробництва і потреб ринку. Невідкладним

заходом стає підвищення кваліфікації працівників і фахівців господарств, впровадження високопродуктивної техніки з точним дозуванням норм внесення мінеральних добрив, засобів захисту рослин та висіву насіння. За дослідженнями фахівців, на цьому етапі витрата насіння при сівбі зменшується 1,5–2 рази, потреби пестицидів – у 2 рази, мінеральних добрив – на 20–30 %, нафтопродуктів – в 2–2,5 раза. При використанні високоточних технологій урожайність пшениці може перевищити 80 ц/га, цукрових буряків – 700, картоплі – 400 ц/га і більше [20, с. 59].

На третьому етапі здійснюють поступовий перехід до п'ятого і окремих елементів шостого технологічного укладу. Його характерною особливістю є виведення з господарського обороту низькопродуктивних та еродованих земель, переведення їх у категорії пасовищ або лісових насаджень, оптимізація землекористування підприємств, визначення структури машинно-тракторного парку, забезпечення раціонального управління процесами вирощування сільськогосподарських культур і збирання врожаю, підвищення урожайності.

Щодо оцінювання загальних результатів функціонування агрокомплексу України, то нині спостерігається значне розшарування господарюючих суб'єктів по рівню економічного і технологічного розвитку з деякими негативними наслідками. Так, при інтенсивному формуванні високотехнологічних аграрних підприємств холдингового типу одночасно зросла соціальна і виробнича роль дрібних господарств сільського населення. Водночас з певними успіхами в обсягах виробництва і прогресом в технологіях вирощування зернових і олійних культур, діяльність агрокомплексу змістилася у бік виробництва сировини з низьким рівнем доданої вартості.

На загальний технологічний рівень негативно впливає зниження обсягів застосування агрохімікатів, передусім мінеральних добрив. Потужності хімічних підприємств дають змогу щорічно виробляти 5 млн т азотних, фосфорних та калійних добрив (у перерахунку на 100 % вміст діючої речовини). Проте 2011 р. хімічними підприємствами було вироблено лише 2314 тис. т мінеральних добрив, а в сільському господарстві внесено 1263,3 тис. т у діючій речовині проти 4241,6 тис. т у 1990 р., або в 3,3 раза менше. Значно погіршилося співвідношення поживних речовин між основними елементами живлення (*NPK*), що становило 1:0,22:0,19 в порівнянні з науково обґрунтованим 1:0,9:0,7. Для технологічного забезпечення сільськогосподарських культур (зернові, технічні, картопля, овочі, кормові) на площі 25880 тис. га під запланований урожай 2015 р. необхідно 3135,9 тис. т поживних речовин азотних (1090,2 тис. т), фосфорних (1062,2) і калійних (983,5 тис. т) добрив, тобто майже у 2,5 раза більше ніж було внесено у 2011 році [21, с. 597].

Чільне місце у підвищенні ефективності використання технологій посідає хімічна меліорація понад 10 млн га кислих ґрунтів та захист рослин від шкідників і хвороб. Щорічна потреба в меліорантах для проведення науково обґрунтованого п'ятирічного циклу вапнування становить 10–12 млн т при фактичному забезпеченні у 2011 р. 340,0 тис. т та обробленні лише 78,3 тис. га сільськогосподарських угідь, що становить 6,5 % від річного плану цього заходу. Площі застосування засобів захисту рослин 2011 р. становили 13,3 млн га, що в 2 рази менше ніж у 90-х роках минулого століття. Це призводить до значних втрат (майже третини) продукції рослинництва. Існуючі заводи можуть виробляти близько 10 видів засобів захисту рослин і забезпечити лише 20 % попиту, отже ринок пестицидів в Україні є імпортоорієнтованим. За оцінками фахівців, для задоволення мінімальної потреби

аграрного виробництва необхідно 12 видів фунгіцидів, 22 – інсектицидів, 24 види гербіцидів [22, с. 33–34].

Про деградацію системи свідчить і наявність на ринках значної кількості продукції, яка виробляється в секторі парцелярного господарства з його примітивними трудомісткими технологіями. На річних зборах Національної академії аграрних наук (2010 р.) її президент привів наступні дані. У господарствах сільського населення було вироблено: зерна – 21 %, цукрового буряка – 12, овочів – 86, плодів і ягід – 85 %. Воно утримувало великої рогатої худоби – 66 %, свиней – 58, овець і кіз – 83, птахи – 50 %. Це виробництво є частиною аграрного ринку і робить певний вплив на загальний рівень агротехнологій в країні [23, с. 6].

Окрім структури агротехнологій слід звернути увагу на процеси, які визначають механізм їх змін. Його основу становить урбанізація, коріння якої бере початок в ранніх цивілізаціях. З часу появи перших шумерських міст послідовно зростали кількість споживачів сільськогосподарської продукції та співвідношення між міським і сільським населенням. На рис. 1 закономірність у розвитку людства характеризується лінією ВН, яка відокремлює «площину» трудових ресурсів від решти компонентів агротехнологій. Її можна представити як сходи. Рух ними вниз, з лівого краю праворуч, змінює чисельне співвідношення між виробниками і споживачами сільськогосподарської продукції. Це зумовлює необхідність зміни технологій виробництва у бік підвищення продуктивності праці.

Тваринництво як найскладніша ланка аграрного виробництва, пов'язана з необхідністю найму кваліфікованої, відповідальної робочої сили, розвитком галузі кормовиробництва, ветеринарного контролю та інженерного обслуговування, сучасному бізнесу поки що не потрібна. При менших капітальних витратах і ризиках можна отримувати прибуток за рахунок вирощування й експорту зерна, насіння соняшнику, сої, рапсу. Відповідно стають незатребуваними й трудові ресурси сіла.

Будь-яка галузь національної економіки, у т. ч. й сільськогосподарська, взаємопов'язана з багатьма іншими галузями національного господарства. Рівень її технологічного розвитку залежить як від рівня домінуючої галузі існуючого в країні ТУ, так і від встановлених на державному рівні пріоритетів. Сільське господарство, починаючи з 1917 року, було й донині залишається донором для галузей промисловості. Тому рівень його технологічного розвитку постійно відстає від більшості сфер економіки.

У звичайній господарській практиці зниження продуктивності часто пояснюється двома основними компонентами – «не так, як потрібно» і «не своєчасно». Саме з невчасністю проведення технологічних операцій у землеробстві пов'язані найбільш значущі втрати, спричинені експлуатацією морально застарілих, зношених засобів механізації. Щорічно на українських полях залишається продукції на суму від 8 до 12 млрд грн [24]. Причиною цього є негативні тенденції щодо формування та оновлення машинно-тракторного парку значної більшості сільськогосподарських підприємств.

Так, 2011 р. порівняно з 2005 р. оснащеність аграрних підприємств окремими видами сільськогосподарської техніки знизилася на 15–65 % і ледве сягає половини технологічної потреби виробництва. Близько 85 % технічних засобів амортизовано. Щорічно третина наявної техніки через фізичне знищення і технічні несправності не використовується. Критична ситуація спостерігається в забезпеченні збиральною технікою, 78 % якої становлять конструктивно застарілі комбайни минулого століття, 20 % – комбайни іноземного походження і лише 2 % вітчизняні комбайни. Подібна

ситуація простежується по інших видах збиральної техніки, яка працює на українських полях. Навантаження на сільськогосподарську техніку надзвичайно високе і в динаміці продовжує зростати (табл. 2).

Так, 2005 р. на 1000 га ріллі припадало 11 фізичних тракторів, а 2011 р. – лише 8 одиниць. З розрахунку на 1000 га посівної площі зернових культур зернозбиральних і кукурудзозбиральних комбайнів було 5 і 4 та 5 і 1 відповідно. Ці показники значно поступаються не лише рівню розвинених країн.

Таблиця 2

**Наявність і забезпеченість аграрних підприємств окремими видами  
сільськогосподарської техніки**

Показник	Рік		2011 р. до 2005 р., %
	2005	2011	
Трактори, тис. од.	216,9	147,1	67,8
у розрахунку на 1000 га ріллі, од.	11,0	8,0	72,7
Зернозбиральні комбайни, тис. од.	47,2	32,1	68,0
у розрахунку на 1000 га посівної площі зернових, од.	5,0	4,0	80,0
Кукурудзозбиральні комбайни, тис. од.	4,8	2,3	47,9
у розрахунку на 1000 га посівної площі кукурудзи, од.	5,0	1,0	20,0
Картоплезбиральні комбайни, тис. од.	1,9	1,7	89,5
у розрахунку на 1000 га посівної площі картоплі, од.	117,0	49,0	41,9
Бурякозбиральні комбайни, тис. од.	8,5	3,8	44,7
у розрахунку на 1000 га посівної площі буряків, од.	17,0	8,0	47,1

*Джерело: Сільське господарство за 2011 р. : статистичний збірник.*

Загалом у світі на 1000 га ріллі припадає 20 тракторів, в Японії – 438,0 од., Італії – 242,2, Німеччині – 79,4, США – 27,6 од. [25, с. 95]. Високе навантаження на техніку в Україні призводить до порушення технологій виробництва продукції. Водночас модернізація машинно-тракторного парку аграрної галузі здійснюється вкрай повільно. На перший погляд сільськогосподарські підприємства збільшили закупівлю нової техніки. Наприклад, тракторів в 2005 р. вони закупили 2,8 % до наявної кількості, а в 2011 р. – 4,1 % (табл. 3).

Проте дані табл. 3 свідчать про тенденцію прискореного списання тракторів, що за 2005 та 2011 роки становить 2,0 і 2,4 % відповідно. Практично кількість тракторів було збільшено лише на 0,9 % одиниць. Для раціонального формування і оновлення машинно-тракторного парку потрібно щорічно закупляти 10–12 % машин до наявної кількості, а з урахуванням переходу на інноваційно-інвестиційні моделі розвитку агропромислового комплексу – до 20 % [26].

Ситуація, що склалася з оновленням техніки, спостерігається в усіх категоріях господарств. Виняток становлять лише високотоварні підприємства та структури агрохолдингового типу. Вони мають змогу ефективніше вести господарство та використовувати капітал для технічного оновлення аграрної галузі з інших сфер диверсифікованого виробництва.

Однією з причин негативних тенденцій відтворення і оновлення машинно-тракторного парку аграрного виробництва є негаразди ринку сільськогосподарської техніки, наповнення якого здійснюється в основному імпортними технічними засобами, причому як новими, так і вживаними та відновленими.

Таблиця 2.3

**Закупівля і списання окремих видів техніки в  
сільськогосподарських підприємствах, % до наявної**

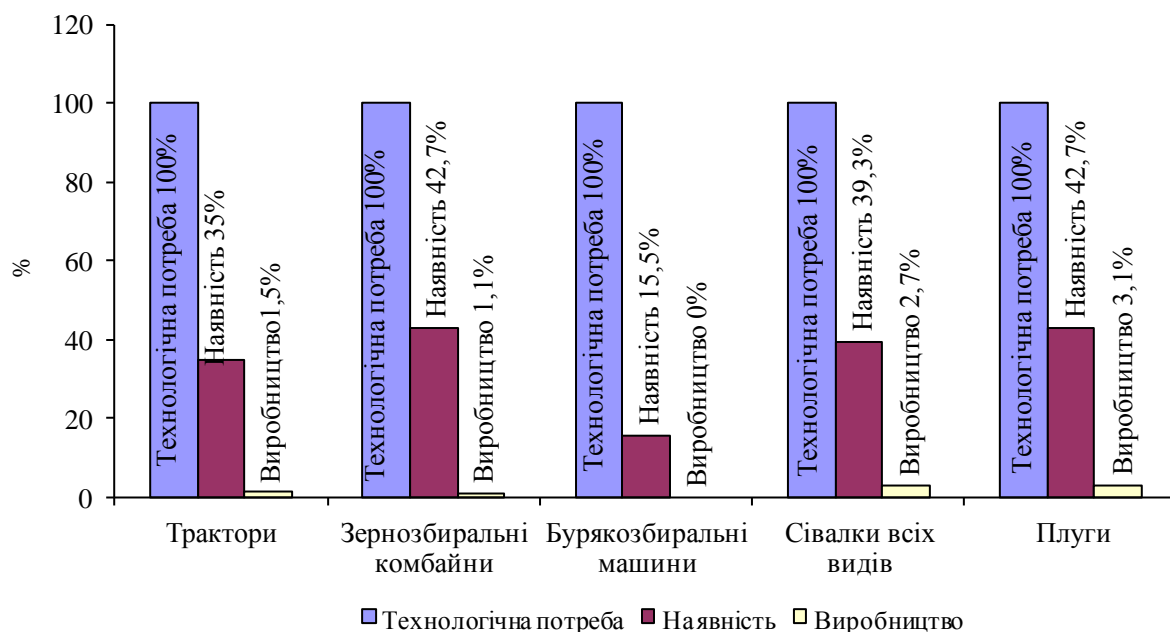
Показник	Рік	Закупівля техніки	Списання техніки
Трактори – всього	2005 / 2011	2,8 / 4,1	2,0 / 2,4
Причепи та напівпричепи	2005 / 2011	1,2 / 2,5	2,6 / 3,0
Сівалки	2005 / 2011	3,5 / 5,1	2,4 / 3,0
Зернозбиральні комбайни	2005 / 2011	3,9 / 5,8	2,1 / 3,1
Сінокосарки	2005 / 2011	4,0 / 7,8	3,6 / 4,3
Кукурудзозбиральні комбайни	2005 / 2011	2,4 / 2,0	3,6 / 5,5
Кормозбиральні комбайни	2005 / 2011	2,3 / 3,3	3,7 / 5,6
Бурякозбиральні машини	2005 / 2011	2,5 / 2,4	2,4 / 5,5
Доїльні установки	2005 / 2011	1,7 / 6,7	4,5 / 4,2

Так, у структурі придбаної сільськогосподарської техніки в 2005–2012 рр. іноземна техніка становила 42,1–81,2 %. Оптимальним співвідношенням між вітчизняною та імпоротною технікою вважається 70:30. Масове придбання господарствами України сільськогосподарської техніки зарубіжних фірм призведе до того, що наші вітчизняні заводи зовсім деградують. Понад 100 тис. робітників стануть безробітними. Будуть ліквідовані не лише заводи, а й наукові та конструкторські структури, потенційні можливості яких досить значні. Вже нині вітчизняне сільськогосподарське машинобудування знаходиться у важкому стані. Галузь виробляє технічних засобів для села в межах одного-двох відсотків від технологічної потреби (рис. 3).

Звичайно, зарубіжні машини кращі від вітчизняних аналогів за багатьма техніко-економічними показниками. Вони надійніші, потужніші, більш універсальні, комфортніші та оснащені електронними системами керування вузлами й агрегатами. Проте за ціновим критерієм техніка, яка вироблена в Україні та інших країнах СНД, залишається конкурентоспроможною, а за якістю і надійністю вже зараз значна її частина не гірша від зарубіжних аналогів. Так, трактори ВАТ “Харківський тракторний завод” у 2,1–3,1 раза дешевші за імпортні, а на одиницю потужності в 1,7–2,1 раза. Ціна сівалок ВАТ “Червона Зірка” у 5–10 разів нижча за імпортні аналоги.

Безумовно, потужний аграрний потенціал України передбачає створення відповідного вітчизняного сільськогосподарського машинобудування. Але за період 2005–2012 рр. зростання випуску машинопродукції практично не спостерігалось. На вітчизняному ринку найменша її частка була у 2009 р. – 0,9 % у натуральному виразі і 7,6 % у вартісному. Не відзначається галузь і в експорті сільгосптехніки. За даними окремих дослідників у 2007–2011 рр. було експортовано технічних засобів у 4,3–7,5 раза менше, ніж імпортовано.

Враховуючи значимість агропромислового виробництва та критичний стан машинно-тракторного парку, держава могла б збільшити свою частку в його модернізації. Проте згідно з Державною цільовою програмою на 2011–2015 рр. частка держави у формуванні та відтворенні матеріально-технічної бази аграрної галузі становить лише 3,9 %, що значно менше, ніж виділяють наші найближчі сусіди – Російська Федерація і Білорусь.



**Рис. 3. Співвідношення технологічної потреби, наявності та виробництва технічних засобів вітчизняними підприємствами сільськогосподарського машинобудування, 2011 р.**

Перехід від трансформації до модернізації аграрної сфери економіки включає структурні технологічні зміни, спрямовані на підвищення економічної, енергетичної, соціальної та екологічної ефективності галузі. Виділяють креативний та адаптивний типи модернізації. Вони поєднуються в різних пропорціях і відображають рівень інноваційно-технологічного розвитку аграрної господарської системи.

Широке застосування у сучасному сільському господарстві біотехнології, генетики, обчислювальної техніки перетворює його на одну з наукоємніших сфер економіки. За оцінками Т. Стюарт, знання нині становлять 75 % вартості зерна [27]. Технологія впливає на економічні показники, екологічну ситуацію, стан ґрунтів і визначає напрям наукових досліджень, потребу експериментального обґрунтування її окремих елементів, їх актуальність.

В галузі рослинництва можна виділити певні етапи вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур. Найбільш вживаними назвами технологій стали – екстенсивні, індустріальні, прогресивні, інтенсивні, *mini-till* і *No-till*, ресурсоощадні, біологічні.

До першої половини ХХ ст. основою прогресу залишались проблеми механізації виробничих процесів, заміни важкої ручної праці машинною, особливо при збиранні врожаю. Для багатьох культур були створені індустріальні технології (табл. 4). Значної популярності цей термін набув у льонарстві. Водночас цей етап характеризується негативним явищем надмірного ущільнення ґрунту важкими агрегатами.

Характерною особливістю 60-х років минулого століття стало широке використання мінеральних добрив, що дало змогу значно збільшити обсяги виробництва продукції. За рахунок добрив урожайність культур зросла на 30–60 %. Баланс поживних речовин у ґрунті стали підтримувати за допомогою виготовлених промисловим способом агрохімікатів. Виникли передумови для створення

прогресивних (передових) технологій, хоча будь-яка нова технологія водночас має бути прогресивною.

Таблиця 2.4

### Моделі технологій у галузі рослинництва

Регіон застосування	Назва	Продуктивність	Шкідливість впливу на довкілля
Європа	Інтенсивна	Найвища	Висока
Австрія, Україна, Швейцарія, Швеція	Ресурсоощадна	Висока	Середня
Україна	Біологічна	Найнижча	Екологічно чиста
США, Аргентина, Бразилія, Канада, Китай, Європа	Нульова (пряма сівба)	Середня	Дуже висока

Джерело: [28].

Починаючи з 70-х років ХХ ст. до мінеральних добрив широко долучаються пестициди. З'явилася можливість захистити посіви основних культур від бур'янів, шкідників, хвороб та вилягання за допомогою засобів захисту рослин. Все це забезпечило значний приріст урожайності. На початку 80-х років минулого століття такі технології отримали назву *інтенсивних*.

Підвищити урожайність зернових культур від 40 ц/га до 60–70 ц/га європейським країна (Німеччина, Франція, Англія та ін.) вдалося лише після масового впровадження інтенсивних технологій. Агрофірма «Перемога», Кагарлицького району Київської області завдяки інтенсивним технологіям одержує врожайність зернових 81,1 ц/га, в т.ч. пшениці – 54,1, ячменю – 80,1, кукурудзи – 121,1 ц/га.

Науково-дослідними установами НААН України досліджуються різні моделі інтенсивних технологій (альтернативна, ресурсоощадна, ресурсоощадна біологізована, мінімальна, нульова тощо), здійснюється наукове обґрунтування, розроблення і впровадження у виробництво адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур з метою реалізації максимального потенціалу врожайності районованих сортів і гібридів. Вони засновані на управлінні процесом формування врожаю, скороченні розриву між потенційною та реальною продуктивністю сільськогосподарських культур і спрямовані на реалізацію біологічного потенціалу продуктивності, підвищення стійкості рослин в онтогенезі до стресових біотичних та абіотичних факторів, а також ефективності виробництва за рахунок впровадження прогресивної агротехніки вирощування культурних рослин, організації виробництва і праці та раціонального використання матеріально-технічних ресурсів.

Таким чином, сутність інтенсивних технологій полягає в оптимізації факторів урожайності протягом усього періоду вегетації рослин. Якщо при традиційній технології забезпечення матеріально-технічними ресурсами здійснюється виходячи із можливостей конкретного господарства, то при інтенсивній технології – із потреби в них для одержання запрограмованого рівня врожаю з меншими витратами на одиницю продукції. Водночас впровадження інтенсивних технологій потребує збільшення виробничих витрат на один гектар посіву в 1,5 раза і більше. Але вони не завжди відшкодовуються приростом врожаю, що зумовлює зростання собівартості одиниці продукції і зниження рівня рентабельності виробництва.

Оскільки інтенсивні технології являють собою систему організаційно-господарських та агротехнологічних заходів, то їх економічна ефективність може визначатися як системи в цілому (комплексно, узагальнено), так і будь-якого її складника. Для оцінювання економічної ефективності інтенсивних технологій використовують показники приросту урожайності, вартості додаткового врожаю з одиниці площі, окупності додаткових витрат, зростання продуктивності праці, рівня рентабельності, річного економічного ефекту з розрахунку на одиницю площі та норми прибутку, розраховані на основі даних про виконання робіт, одержану урожайність і якість продукції.

При локальному впровадженні інтенсивної технології результати виробництва порівнюють з результатами, одержаними від застосування звичайної (базової) технології на іншій частині площі. Якщо сільськогосподарську культуру за інтенсивною технологією вирощують у господарстві на всій площі, то для порівняння беруть середні дані використання базової технології за попередні 3–5 років. Окупність додаткових вкладень ( $R_{ac}$ ) при вирощуванні культур за інтенсивною технологією визначають у гривнях за формулою

$$R_{ac} = (V_{it} - V_{bt}) / (C_{it} - C_{bt}), \quad (1)$$

де:  $V_{it}$ ,  $V_{bt}$  – вартість валової продукції, отриманої при використанні інтенсивної і базової технології відповідно, грн;  $C_{it}$ ,  $C_{bt}$  – сумарні витрати на вирощування сільськогосподарської культури за інтенсивної і базової технології відповідно, грн.

Річний економічний ефект ( $W_p$ ) від впровадження інтенсивної технології у грн/га розраховують за формулою

$$W_p = (V_{it} - V_{bt}) - (C_{it} - C_{bt}), \quad (2)$$

Економічну оцінку інтенсивних технологій доповнюють результатами енергетичної ефективності. Контрольним варіантом для порівняння енергетичної результативності нових технологій або технологічних процесів слугує традиційна (базова) технологія. Показником енергетичної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур виступає коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_E$ ), який визначається відношенням кількості енергії, що міститься у вирощеній продукції, до кількості енергії, витраченої на отримання цієї продукції за формулою

$$K_E = E_p / E_c, \quad (3)$$

де:  $E_p$  – кількість енергії, що міститься у виробленій продукції, *дж (кал)*;  $E_c$  – енергетичні витрати на виробництво певного виду продукції, *дж (кал)*.

Енергетичний аналіз дає змогу встановити перспективність застосування технологій з точки зору енергозбереження – економії енергії (Дж/кг або кал/кг) на виконання робіт і виробництво продукції. При ефективній технології одержаний коефіцієнт по основній продукції має становити більше одиниці. Для визначення загальної кількості енергії, витраченої на виробництво тієї чи іншої сільськогосподарської продукції, використовують відповідні енергетичні еквіваленти сукупної енергії на основні та оборотні засоби, трудові ресурси, готову продукцію.

Результати досліджень науково-дослідних установ і передових господарств України свідчать про перспективність освоєння інтенсивних технологій. Так, за даними Інституту кормів НААН, інтенсифікація технології вирощування сої дала можливість підвищити урожайність культури в порівнянні з традиційною технологією на 0,8–1,3 т, вміст сирого протеїну у зерні на 1,9–2,2 %, вартість врожаю



з одного га – на 2800–4550 грн, знизити собівартість одиниці продукції на 16 %, збільшити чистий прибуток з одного га посівів на 2308–3304 грн, а рівень рентабельності виробництва підвищити на 36–44 в.п. (табл. 5).

Таблиця 5

**Порівняльна оцінка технологій вирощування сої**

Показник	Технологія		
	Адаптивна	Інтенсивна	Високоінтенсивна
Урожайність, т/га	2,2	3,0	3,5
Вміст сирого протеїну, %	36,2	38,1	38,4
Вартість урожаю, грн/га	7700	10500	12250
Виробничі витрати, грн/га	3274	3766	4520
Собівартість 1 т, грн	1488	1255	1291
Чистий прибуток, грн/га	4426	6734	7730
Рівень рентабельності, %	135	179	171

Джерело: [28].

Проте, вагомі успіхи у підвищенні урожайності при використанні інтенсивних технологій супроводжувалися значними проблемами в енергетичному балансі і, особливо, в екологічному. Виробництво та широке використання мінеральних добрив і отрутохімікатів призвело до різких змін у традиційних технологіях, відмови від органічних добрив, порушення сівозмін. Інтенсивні технології спричинили забруднення довкілля і продукції залишками агрохімікатів. Не у всіх випадках підтверджувалась також економічна ефективність, особливо враховуючи значні дотації у сільськогосподарське виробництво у більшості країн світу. Тому в 90-х роках минулого століття були створені *ресурсоощадні* варіанти інтенсивних технологій. Характерною ознакою цих технологій є обов'язкове дотримання сівозміни і введення у сівозміну поля *багаторічних бобових трав*. Це дало змогу на 30–50 % знизити норми внесення мінеральних добрив та певною мірою обсяги використання засобів захисту рослин.

За даними Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН встановлено, що за докорінного поліпшення різнотравно-злакових травостоїв шляхом включення бобових трав окупність однієї гривни витрат на вирощування травосумішки зростає у 3,5 раза, а рівень рентабельності становив 247 % [29].

Яскравим прикладом застосування інтенсивних технологій у рослинництві стало вирощування озимої пшениці. Крім потужного матеріально-технічного забезпечення, ця технологія базується на глибокому знанні біології культури, що дало можливість максимально забезпечити потреби рослин на всіх етапах органогенезу. Урожайність за цих технологій майже не знижується в порівнянні з інтенсивними (табл. 6).

Аналіз даних табл. 6 показує, що додаткові витрати на впровадження інтенсивних технологій супроводжується значною окупністю. Так, зростання врожайності озимої пшениці забезпечило прибуток з одного га при високовитратній технології 742,90 грн, а при ресурсозберігаючій – 785,98 грн. Економічна ефективність ресурсоощадної технології виявилась вищою навіть при нижчій на 5,5 ц/га урожайності пшениці. При менших на 392,33 грн/га витратах виробництва, рівень рентабельності по ресурсоощадній технології був на 47,1 в.п. вищим в порівнянні з високовитратною технологією.

Таблиця 6

**Ефективність вирощування озимої пшениці за різними технологіями**

Показник	Загальноприйнята (базова) технологія	Інтенсивні технології	
		високовитратна	ресурсоощадна
Урожайність, ц/га	56,4	78,3	72,8
Приріст врожайності, ц/га	–	21,9	16,4
Вартість валової продукції, грн/га	3581,40	4972,05	4622,80
Додаткова вартість валової продукції, грн/га	–	1390,65	1041,40
Витрати на 1 га, грн	1220,73	1868,48	1476,15
Додаткові витрати на 1 га, грн	–	647,75	255,42
Затрати праці на 1 ц зерна, люд.-год.	0,29	0,26	0,26
Собівартість 1 ц, грн	21,64	23,86	20,28
Прибуток з 1 га, грн.	2360,68	3103,55	3146,65
Рівень рентабельності, %	193,4	166,1	213,2
Окупність додаткових витрат, грн	–	2,15	4,08
Річний економічний ефект, грн/га	–	742,90	785,98
Коефіцієнт енергетичної ефективності по зерну	5,71	5,65	5,76

Джерело: [30].

Запровадження ресурсоощадних технологій у рослинництві стало вимогою часу, оскільки 6–10-пільні сівозміни завдяки науково-технічному прогресу в аграрному виробництві майже повністю зруйновані. В Україні, як і у всьому світі, завершився перехід до малоротаційних сівозмін (2–3 поля) або беззмінного вирощування сільськогосподарських культур. Гонитва за прибутками спрямовує аграрний бізнес на вирощування комерційних культур, які мають високий попит на ринку. Нині у структурі посівних площ країни зернові культури займають майже 70 %, близько 20 % зернових висіваються по зернових. Одним з проблемних попередників для більшості культур при побудові сівозмін став соняшник, посівні площі якого в Україні перевищили 4 млн га. Водночас позитивним моментом для малоротаційних сівозмін стало вирощування ріпаку. Ця культура не виснажує ґрунт, сприяє підвищенню його родючості, виконує фітосанітарну функцію, слугує добрим попередником для зернових культур. Розширення посівних площ цукрового буряку та сої теж сприятиме створенню короткоротаційних сівозмін.

Важливим технологічним напрямом у зерновиробництві є оптимізація норми висіву зернових культур, оскільки ціна елітного насіння значно підвищує собівартість вирощеної продукції. Високі норми висіву, що становлять нині 300 кг/га і більше, доцільно застосовувати лише при незадовільній якості посівного матеріалу, неякісній підготовці ґрунту до сівби або пізніх строках висіву зерна. Впровадження у виробництво нових високопродуктивних *сортів та гібридів* сільськогосподарських культур, які забезпечують повну реалізацію можливостей інтенсивної технології, дає змогу зменшити норми висіву зернових культур у 2–3 рази. При якісному підготовленні, калібруванні, обробленні інсектицидними та фунгіцидними протруйниками насіння норма висіву ріпаку становить до 2,5–3 кг/га, цукрового буряку – 1,0–1,1 кг/га, що значно відрізняється від норми висіву в недалекому минулому.

Сучасні інтенсивні технології передбачають повне забезпечення елементами живлення. Для цього вносяться науково обґрунтовані норми *мінеральних добрив*. Причому, в останні два-три роки у технологіях вирощування почали використовувати не лише традиційні елементи живлення – азот (N), фосфор (P), калій (K), а й сірку (S), магній (Mg), кальцій (Ca) та мікроелементи на хелатній основі – залізо (Fe), бор (B), марганець (Mn), цинк (Zn), мідь (Cu), молібден (Mo), кобальт (Co). До складу окремих мікродобрив входять також кремній (Si), йод (I) та титан (Ti). Високу ефективність забезпечує листкове внесення мікродобрив. У багатьох господарствах норми внесення мінеральних добрив відповідають європейським стандартам. Вартість мінеральних добрив у структурі витрат на технологію сягає 40–45%, а іноді 50 % [142].

Ознакою сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур є широке застосування *засобів захисту рослин* для боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами, а також від вилягання. Це стало базовою основою революційних змін у рослинницьких технологіях. Стан агрофітоценозу контролюється від сходів до досягання, відповідно забезпечуються оптимальні умови для росту та формування якісного врожаю. Заплановані заходи оброблення посівів виконуються в обов'язковому порядку, на відміну від принципу інтегрованого захисту, ефективного для ресурсощадних технологій. Нехтування хоча б одним обприскуванням може призвести до значних втрат врожаю.

Нині в Україні зареєстрована значна кількість пестицидів для комплексного захисту основних культур від шкідливих організмів. Нові, високоефективні засоби захисту рослин провідних виробників мають й інші цінні властивості. Так, фунгіциди бренду *AgCelence* за рахунок фізіологічної дії посилюють функції росту культур, покращують споживання азоту, підвищують продуктивність фотосинтезу рослин та їхню стійкість до стресів. Негативним явищем стала лише надмірна кількість низькоякісних генеричних продуктів, переважно китайського походження.

Безумовно, що всі технологічні операції вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями потребують технічного переоснащення галузі рослинництва, впровадження сучасної високопродуктивної техніки, багатофункціональних агрегатів, які дають змогу виконувати різні операції за один прохід. Так, за допомогою *грунтообробно-посівного агрегату* якісно обробляється ґрунт і одночасно виконується сівба. Для підвищення ефективності використання технічних засобів виробництва агрегати обладнуються системами навігації *GPS*. Відповідно зменшується кількість проходів техніки по полю, менше руйнується важкою технікою структура ґрунту, економиться паливе.

Вирощування просапних культур (цукровий буряк, картопля, кукурудза, соняшник та ін.) нині здійснюється без розпушення міжрядь. Вилучення цього прийому технології, основним завданням якого є боротьба з бур'янами, стало можливим завдяки високоефективним гербіцидам. Можна стверджувати, що гербіциди перемогли культиватор-розпушувач. До того ж при щільності ґрунту нижче 1,1–1,25 г/см<sup>3</sup> розпушування міжрядь проводити взагалі не рекомендується. Цьому передують три основні причини. *По-перше*, при недостатній вологості ґрунту цей захід призводить до пересихання його розпушеного шару. *По-друге*, оскільки глибина проникнення кореневої системи цукрового буряку становить 2–2,5 м, а глибина розпушення ґрунту від 5–7 до 10–12 см, тобто лише 5 %, то важко стверджувати, що розпушення може ефективно вирішувати проблему аерації ґрунту. Пороте безсумнівним є факт пошкодження кореневої системи, обривання коренів на глибині

розпушення ґрунту. *По-третє*, розпушення спричинює вигортання з глибших шарів насіння бур'янів, яке не змогло прорости, забезпечує його дружнє проростання, що негативно позначиться на ефективності дії гербіцидів.

Важливе значення для порівняльного аналізу різних варіантів технологій має структура витрат виробництва, що дає змогу виявити резерви їх зменшення за окремими напрямками (табл. 7).

Таблиця 7

**Порівняльні характеристики витрат при вирощуванні озимої пшениці  
за інтенсивними технологіями в умовах західного Лісостепу**

Технологічна операція	Інтенсивні технології		Економія ресурсів або приріст урожаю при ресурсозберігаючій технології
	високовитратна	ресурсоощадна	
Удобрєння	РК <sub>90-120</sub>	РК <sub>45-60</sub>	Норма добрив зменшується за рахунок попередника
Посів	Норма висіву – 5–6 млн/га або 200–300 кг/га	Норма висіву – 3–4 млн/га або 120–200 кг/га	Економиться 100 кг/га насіння за рахунок поліпшення технології підготовки ґрунту і сівби + приріст зерна 3–4 ц/га
	Строк сівби – 10–25 вересня	Строк сівби – 30 вересня	Приріст зерна 2–4 ц/га
	Глибина сівби – 3–5 см	Глибина сівби – 2–3 см	Приріст зерна 1–2 ц/га
Захист рослин	Норма внесення – гербіциди 2–3 л/га, реданданти 4–6 л/га, фундазол 0,6–0,8 л/га + тілт 0,5 л/га	Норма внесення – реданданти 1,5–2,0 л/га,	Норми витрат препаратів зменшуються за рахунок того, що боротьба з бур'янами, виляганням, хворобами здійснюється агротехнічними заходами
Догляд за посівами	Кількість проходів техніки не менше 6	Кількість проходів техніки не більше 3	Економиться паливе за рахунок зменшення кількості обробітків
Збирання врожаю	Роздільне або пряме комбайнування	Стаціонарний обмолот	Приріст урожаю 5–10 ц/га за рахунок відсутності втрат зерна при збиранні

Джерело: [31].

Дані табл. 7 свідчать, що ресурсоощадна технологія сприяє зниженню витрат матеріальних і трудових ресурсів. Вона дає змогу за рахунок більшого використання біологічного потенціалу озимої пшениці одержувати такий же урожай зерна високої якості, як і при високовитратних технологіях.

Проте потенціал сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур на значних площах майже повністю реалізований. Вони досягли критичних меж у таких напрямках:

*екологічному* – забруднення природного середовища й сільськогосподарської продукції, пригнічення механізмів саморегуляції;

*енергетичному* – надмірне зростання витрат непоновлюваної енергії на кожну додаткову одиницю продукції;

*продуційному* (урожайному) – подальше збільшення доз азотних добрив, пестицидів тощо призводить до пригнічення росту культурних рослин і ґрунтових організмів, знижує стійкість агрофітоценозів до стресів. Для деяких культур досягнуто максимуму врожайності.

Широке використання гербіцидів суцільної дії (гліфосати – раундап), які після прояву токсичної дії на бур'яни швидко знешкоджуються в процесі біологічного розкладу ґрунтовими мікроорганізмами, дало можливість вилучити з системи технологічних операцій лушіння, дискування, оранку, боронування (закриття вологи), культивацію, досходове та післясходове боронування, багаторазове розпушення міжрядь тощо й перейти до мінімального обробітку ґрунту (*mini-till*), а згодом і повністю відмовитися від нього шляхом впровадження *No-till* технологій.

У системі *No-till* ґрунт сприймається як біологічний організм, що має на кожному полі індивідуальну своєрідність, різний ступінь структурної стабільності й рівень змісту органічної речовини.

Розрізняють три основних види органічної речовини ґрунтів: 10–15 % – органічна речовина, що легко розпадається; 40–45 % – органічна речовина з середнім рівнем розпаду (20–50 років); 40–45 % – найстабільніша органічна речовина (гумус) з періодом розпаду 1000 років. Органічна речовина, що легко розкладається, на 20–40 % складається з живих організмів (бактерії, лишайники, грибки, дощові черв'яки тощо) і на 60–80 % – з органічної речовини, що добре розпадається (поживні рештки сільськогосподарських культур, омертвілі організми тощо) [32].

Таким чином, сформувалися дві різні системи землеробства, дві парадигми сільськогосподарського виробництва, дві системи агротехнологічних заходів, понять і переконань (табл. 8).

При застосуванні *No-till* технологій біологічна активність ґрунту відновлюється завдяки накопиченням вуглецю (вуглецевих сполук – продуктів розпаду рослинних решток) – важливого компонента життєдіяльності мікроорганізмів.

Доцільність прямої сівби насамперед обґрунтовується збереженням рослинних решток на полі, а вже потім іншими показниками. Це пояснюється тим, що при оранці у родючий шар попадає кисень. Результатом його діяльності є інтенсивний розвиток аеробних мікроорганізмів і швидка мінералізація органічної речовини. Оранка з року в рік спричиняє втрату органічної речовини з середнім рівнем розпаду, а з тим і доволі стабільного гумусу. Якщо в умовах неораного Степу існуюча біомаса становить 27,5 т/га, то на ораних площах може зменшитися до 500 кг/га. Видовий склад мікроорганізмів змінюється і збіднюється. Представники автохтонної мікрофлори у ґрунті зберігаються в мінімальній кількості. Із втратою маси азотних фіксаторів-анаеробів азотфіксуючі властивості ґрунту знижуються практично до нуля. Компенсація дефіциту азоту для рослин здійснюється шляхом розпаду гумусу або внесення мінеральних добрив [32].

Таблиця 8

**Характерні ознаки систем землеробства**

Традиційні системи агротехнологічних заходів	Нові системи агротехнологічних заходів
Нагальна необхідність оранки для вирощування сільськогосподарських культур	Оранка не є найважливішим компонентом для вирощування сільськогосподарських культур
Рослинні рештки являють собою відходи виробництва, що загортаються у ґрунт за допомогою плуга	Рослинні рештки є цінним продуктом виробництва і повинні знаходитися на ґрунті як мульча
Допустиме спалювання соломи	Категорична заборона спалювання рослинних решток (мульчі)
Ґрунт протягом тижнів і місяців залишається без покриття	Наявність постійного ґрунтового покриття
Використання значного обсягу хімічних речовин (мінеральні добрив, засоби захисту рослин) зумовлює високий тиск на ґрунтові процеси	Розвиток біологічних процесів забезпечення високої родючості ґрунту
Боротьба з комахами-шкідниками здійснюється виключно хімічними засобами	Біологічні заходи боротьби з комахами-шкідниками
Ерозія ґрунтів при вирощуванні сільськогосподарських культур сприймається як природне явище	Водна і вітрова ерозія ґрунтів даного поля або екосистеми є симптомами використання недосконалих методів обробітку ґрунту

За технології *No-till* з технічних засобів використовуються лише сівалки прямої сівби, а для боротьби зі шкідливими організмами – обприскувач. Порівняльні характеристики технічних засобів для традиційної технології й *No-till* представлено в табл. 9.

За нульової технології землеробства рослинні рештки при збиранні врожаю рівномірно розподіляються по полю. Весною на 2,8–5<sup>0</sup>С знижується прогрівання ґрунту, проходження етапів органогенезу і збирання культур зміщується на пізніші строки. Для запобігання прямих втрат урожаю від зниження температури ґрунту рекомендують посилення фосфорного живлення рослин. При насиченні посівного шару післязбиральними рештками можливе зниження польової схожості насіння (рекомендується збільшення норм висіву на 15–25 %), а у разі локалізації значної (до 8–10 т/га) маси післязбиральних решток – погіршення азотного живлення рослин, що потребує підвищення дози азоту до 30 кг/га. За наявності на ґрунті післязбиральних решток попередніх культур, на них зберігаються джерела інфекції, мишоподібні гризуни, шкідники, які виживають у зимовий період і відкладають яйця, ускладнюється підтримка сприятливого фітосанітарного стану посівів. На слабодренованих ґрунтах можливе перезволоження, різке зниження їх біологічної активності, додаткове внесення доз азоту на 25–30 кг, а також підкислення верхнього (10 см) шару й частіше проведення вапнування з метою його запобігання, особливо на малобуферних ґрунтах. Унаслідок затримання на післязбиральних рештках частки ґрунтових гербіцидів знижується їх ефективність [8].

Певною мірою ці проблеми вирішуються шляхом застосування обчисувальних жаток, коли зерно збирається безпосередньо з колосків. При цьому стебла рослин залишається на полі у вертикальному положенні (крім полеглих під колесами комбайну). Використання очосу при збиранні врожаю забезпечує рівномірну

щільність рослинних решток, прискорює прогрівання землі весною і охолодження восени.

Рослинні рештки, які залишаються на полі, в подальшому захищають посіви культури від вітру і різких перепадів температур, забезпечують накопичення снігу і затримання сніжного покриву зимою, а вологі весною, уповільнюють швидкість стоку води після злив, зберігають ґрунти від вітрової і водної ерозії.

Таблиця 9

**Набір технічних засобів для технологій  
підготовки ґрунту і посіву зернових та зернобобових культур**

Показник		Площа ріллі, га					
		3000		5000		10000	
		од.	тис. євро	од.	тис. євро	од.	тис. євро
<i>Традиційна технологія</i>							
Трактори	MTЗ-80	9	144	12	192	24	384
	T-150	6	240	8	320	16	640
	K-700	6	432	8	576	16	1152
Машини для підготовки ґрунту і посіву	плуги	9	14,4	12	19,2	24	38,4
	сівалки	9	108	12	144	24	288
	борони дискові	9	100,8	12	134,4	24	268,8
	культиватори	6	33,6	8	44,8	16	89,6
Всього вкладень		—	1072,8	—	1430,4	—	2860,8
Амортизаційні відрахування з розрахунку 5 років експлуатації		—	214,6	—	286,1	—	572,2
Амортизаційні відрахування на 1 га, євро		—	71,5	—	57,2	—	57,2
Запчастини і ремонт (6 % в рік)		—	64,4	—	85,8	—	171,6
Запчастини і ремонт на 1 га, євро		—	21,5	—	17,2	—	17,2
<i>Технологія no-Till</i>							
Трактори	K-700	1	72,0	—	—	—	—
	Versatile 4 WD	—	—	1	176	—	—
	CASE STX-500	—	—	—	—	1	252
Посівні комплекси	ATD 9.35	1	120	—	—	—	—
	ATD 11.35	—	—	1	132	—	—
	ATD 18.35	—	—	—	—	1	232
Всього вкладень		—	192,0	—	308	—	484
Амортизаційні відрахування з розрахунку 5 років експлуатації		—	38,4	—	61,6	—	96,8
Амортизаційні відрахування на 1 га, євро		—	12,8	—	12,3	—	9,7
Запчастини і ремонт (6 % в рік)		—	11,5	—	18,5	—	29,0
Запчастини і ремонт на 1 га, євро		—	3,8	—	3,7	—	2,9

*Джерело: [33]*

Стерня на корені сприяє покращенню фізичних властивостей ґрунту: структури, вологоємності, збереженню ґрунтової вологі від випаровування, розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Ґрунти збагачуються на мікро- і мезофауну, в т. ч. на дощових черв'яків, які виконують важливу роль у підвищенні родючості ґрунту. При цьому в рослинних рештках фіксується органічна речовина, створена завдяки

вилучення двоокису вуглецю із атмосфери. В умовах достатнього зволоження підвищується використання елементів живлення, насамперед фосфору.

При урожайності соломи 5 т/га щорічно повертається у ґрунт 40 кг калію, 30–35 кг фосфору і 66 кг азоту. Таку кількість поживних речовин забезпечує внесення 80 кг/га калійних, 60–70 кг/га фосфорних і 190 кг/га азотних добрив у фізичній вазі [34].

Безумовно, поживні речовини, зв'язані в органічній речовині, стають доступними для рослин лише через 3–5 років після розпаду соломи ґрунтовими мікроорганізмами. При цьому підвищується вміст гумусу в ґрунті, припиняється його деградація і відтворюється родючість. Використання стерні як добрива не може відразу вирішити проблему азотного живлення рослин. Для відновлення азотного балансу й отримання урожаю зерна озимої пшениці 3 т/га необхідно вносити 5–8 кг/га азотних добрив у фізичній вазі на одну тонну соломи. Водночас знижуються витрати на інші мінеральні добрива за рахунок їх внесення під горизонт посіву. Отже, стерня стала важливим елементом *No-till* технології, певним замінником органічних добрив галузі тваринництва.

При впровадженні нової системи землеробства за декілька років кількісно змінюється видовий склад мікроорганізмів. Анаеробні вільноживучі азотфіксуючі бактерії займають свій ярус ґрунту і за наявності достатнього живлення можуть зв'язувати в рік на різних видах ґрунтів від 60 до 400 кг д.р. азоту, що еквівалентно внесенню 200–1300 кг аміачної селітри на гектар.

Проте привабливість *No-till* технології ще не забезпечує високої ефективності виробництва сільськогосподарських культур. В перші роки впровадження цієї системи землеробства урожайність може різко знижуватися. Успішне застосування *No-till* крім знання технології потребує аналізу ґрунту полів і проведення заходів для досягнення балансу між поживними речовинами і показником *pH*, з'ясування можливостей дренажу ґрунту для застосування технології, вирівнювання ґрунтової поверхні поля, рихлення ґрунту для зменшення його щільності, мульчування поверхні ґрунту, використання сівозмін і сидерального покриття, придбання відповідних технічних засобів, вивчення передового досвіду і нововведень.

Для підвищення результативності прямого посіву розроблена шкала досвіду впровадження технології *No-till* (табл. 10).

За шкалою тривалого використання технології *No-till* у початковій фазі ґрунт починає відновлення ґрунтових агрегатів і кардинальних змін у вмісті ґрунтового вуглецю не очікується.

Обмежена кількість поживних решток зумовлює потребу в азоті. Під час перехідної фази спостерігається ущільнення ґрунту. Збільшується кількість рослинних решток, а також вміст вуглецю і фосфору в поверхневих шарах ґрунту. У фазі формування досягається велика кількість поживних решток, підвищується рівень вмісту вуглецю. Посилюється здатність обміну катіонів і здатність утримувати вологу в ґрунті. Спостерігається масштабніший кругообіг поживних речовин. Лише у фазі збереження (понад 20 років) створюється ідеальна ситуація з максимумом переваг для ґрунту і зменшенням внесення добрив. Досягнення фази збереження і її підтримання за нульового обробітку ґрунту можливе лише за умови застосування спеціальних сіволок з підібраними для кожної кліматичної зони і місцевих специфічних умов сошниками, повного збереження стерні (рослинних решток) і адекватної сівозміни із застосуванням проміжних сидеральних культур. Водночас недотримання технології щодо збереження рослинних решток на поверхні ґрунту, а



також застосування плужного обробітку ґрунту з оборотом пласта зумовлює повернення до початкової фази.

Таблиця 10

**Шкала еволюції тривалого використання системи *No-till*\***

Початкова фаза, від 0 до 5 років	Перехідна фаза, 5–10 років	Фаза формування, 10–20 років	Збереження, понад 20 років
Відновлення ґрунтових агрегатів	Підвищення рівня щільності ґрунту	Значна кількість поживних решток	Швидка акумуляція рослинних решток
Низький вміст органічної речовини	Збільшення кількості поживних решток	Високий коефіцієнт вмісту вуглецю	Безперервне коливання азоту і вуглецю
Незначна кількість поживних решток	Збільшення кількості органіки в ґрунті	Спроможність обміну катіонів	Надзвичайно високий коефіцієнт вмісту вуглецю
Відтворення біомаси мікробіоти	Збільшення вмісту фосфору	Збільшення вмісту вологи в ґрунті	Збільшення вмісту вологи у ґрунті
Збільшення вмісту азоту	Імобілізація збільшення азоту	Імобілізація азоту, зменшення мінералізації ґрунту	Масштабний кругообіг поживних речовин
Мінералізація органічної речовини ґрунту	Мінералізація органічної речовини ґрунту	Підвищення рівня кругообігу поживних речовин	Зменшення доз внесення у ґрунт азоту і фосфору

Джерело: [32].

Досвід передових господарств показує, що отримання високих врожаїв на початковому етапі і, відповідно, накопичення значної кількості рослинних решток на полі на початковій фазі потребує внесення значної кількості мінеральних добрив і збільшення витрат виробництва. Це пов'язано з тим, що, *по-перше*, при відмові від оранки припиняється інтенсивна мінералізація органічної речовини і для живлення рослин потрібно більше добрив, ніж при звичайній системі землеробства. *По-друге*, для розкладання органічних решток целюлозолітичні бактерії забирають багато азоту з ґрунту для формування своєї білкової маси і таким чином створюють тимчасовий дефіцит азоту в ґрунті. Відповідно змінюється не лише кількість, а й співвідношення поживних елементів, що вносяться в перехідний період. Тому зниження витрат можливе лише за рахунок смугового внесення мінеральних добрив та використання рідких форм азотних добрив, що вносяться при посіві за допомогою комбінованого сошника Андерсена.

У системі *No-till* зростає значення сівозмін порівняно з використанням традиційного методу. При застосуванні цієї технології максимальна біологічна різноманітність культур, упорядкованих у сівозміну з включенням в неї сидеральних покривних культур сприяє економії засобі виробництва й підвищенню ефективності системи.

В корпорації «Агро-Союз» (Дніпропетровська область) ґрунтозахисна енергозберігаюча система землеробства з нульовою технологією обробітку ґрунту застосовується з 2002 року. Це дало можливість значно зменшити виробничі витрати. Один трактор, один посівний комплекс, один оприскувач, п'ять комбайнів і 12 механізаторів обробляють 12000 га. Використання високопродуктивної техніки дало можливість зменшити витрати пально-мастильних матеріалів з 94 л/га до 24 л/га на площі сівозміни. Посівний комплекс «Horsch – Агро-Союз» за один прохід виконує

три технологічні операції: висіває насіння, вносить стартові мінеральні добрива разом з насінням, а також повну дозу рідких добрив під горизонт посіву та забезпечує коткування посіву. Продуктивність комплексу становить 360 га за добу. Широкозахватний (27м) самохідний оприскувач «Hagie» при проведенні операції захисту культур від хвороб, шкідників і бур'янів дає змогу обробляти до 1000 га посівів за добу. Для збирання врожаю використовується обчисувальна жатка «Агро-Союз-Слов'янка» шириною захвату 7 метрів, яка агрегатується з комбайном шляхом навішування на похилу камеру або безпосередньо на комбайн. Продуктивність такої жатки при роботі зі швидкістю 10 км/год. становить 105 га на добу. При збиранні врожаю на один гектар витрачається 8,4 літрів пального. За систематичного збереження соломи на полі вміст гумусу в ґрунті за останні 5 років підвищився від 4,3 до 4,4 %, припинилася деградація родючого шару. За суттєвого зменшення витрат пального відповідно зменшуються також викиди в атмосферу двоокису вуглецю. Таким чином виконуються основні цілі нового землеробства – збереження ресурсів і відновлення ґрунту. Урожайність зернових в підприємстві підвищилась від 27 до 50 ц/га.

В умовах обмеженості не відновлюваних енергетичних ресурсів важливим показником технологій стає енергетична ефективність виробництва сільськогосподарських культур (табл. 11). Так, урожайність озимої пшениці за інтенсивною технологією майже вдвічі перевищує цей показник за енергозберігаючі системи землеробства, проте сукупні витрати енергії при використанні інтенсивної технології майже вдвічі вищі, ніж за енергозберігаючих. Найвищий інтегральний показник енергетичної ефективності виробництва озимої пшениці спостерігається за нульовою технологією.

У структури енерговитрат на вирощуванні озимої пшениці нижчий рівень становлять прямі енергетичні витрати (пально-мастильні матеріали) за мінімальної та нульової технології – 10 і 9,8 % відповідно, а найбільшу частку мають витрати матеріалізованої енергії (насіння, мінеральні й органічні добрива, засоби захисту рослин тощо). За мінімальної та нульової технології вони становили відповідно 81 і 82,2 %, тоді як за інших – не перевищують 65 % (табл. 2.12).

Варто зауважити, що *No-till* технології в Україні в ідеальному вигляді значною мірою зводяться до корпорації «Агро-Союз», групи новаторів, які розуміють важливість нової технології. Хоча технологія *No-till* дає змогу підвищити продуктивність праці в 3–5 раз, скоротити витрати на оплату праці в 1,6 раза, на технічні засоби і пально-мастильні матеріали – в 1,5 і 2,2 раза відповідно, вона не позбавлена критичних поглядів ретроградів, які створюють різні перепони для її поширення. Якщо раніше основна увага в дискусіях навколо цієї технології концентрувалася на фізичних параметрах ґрунту, збереженні його родючості, підвищенні протиерозійної стійкості, зменшенні енерговитрат, то нині вона зводиться до доцільності заміни дешевої робочої сили дорогим капіталом, тобто спрямовується від ґрунтово-кліматичних, до соціально-економічних проблем.

Так, на 10 тис га угідь необхідно мати один трактор потужністю 500 к.с., 18–25-метровий посівний комплекс, три–чотири зернових комбайни і один оприскувач продуктивністю 1000 га в сутки. Крім того, така техніка має бути обладнана системою глобального позиціонування *GPS*, При ширині посівного агрегату 18–25 метрів людина не може забезпечити чітке управління трактором. Виникає необхідність комп'ютерного керування через супутник. Оскільки виробництва всіх компонентів технології *No-till* в Україні немає, то крім високої ціни на техніку,

виникає також проблема технологічної залежності країни. Водночас, технологія *No-till* потребує надзвичайно високої кваліфікації агрономічного і технічного персоналу.

Таблиця 2.11

**Енергетична ефективність технологій вирощування озимої пшениці**

Показник	Технологія				
	традиційна	інтенсивна	енерго-зберігаюча	мінімальна	нульова
Урожайність, ц/га	35,1	65,2	39,9	35	31,6
Енергоємність продукції, МДж/га	57581	106937	57581	57581	51987,4
Енергетична ефективність використання землі	1	1,86	1	0,86	0,9
Трудозатрати, люд.-год/га	8,94	16,83	8,58	8,85	6,61
Прямі енерговитрати, МДж/га	4399,96	9770,67	4016,35	2140,76	2035,18
Сукупні витрати енергії, МДж/га	17855,05	39815,73	18057,38	20990,32	20638,73
Енерговитрати на одиницю продукції, МДж/га	508,7	611,18	515,93	699,72	653,12
Коефіцієнт енергетичної ефективності прямих енерговитрат	13,1	10,9	14,3	26,9	25,5
Енергетична ефективність прямих енерговитрат	1	0,78	1,09	2,06	1,95
Коефіцієнт енергетичної ефективності праці, МДж/люд.-год	6440,8	6353,95	6722,1	6440,7	786,96
Енергетична ефективність праці	1	0,99	1,04	0,87	1,22
Коефіцієнт енергетичної ефективності технології	3,2	2,7	3,2	2,7	2,5
Енергетична ефективність технології	1	0,84	1	0,75	0,78
Інтегральний показник енергетичної ефективності	1	1,12	1,03	1,23	1,27

Джерело: [35].

Проблемою поширення *No-till* технології є потреба у застосуванні імпорتنих системних гербіцидів типу гліфосатів і зростання резистентності до них бур'янів. До того ж, ці технології тісно пов'язані з використанням заборонених в Україні генетично модифікованих культур, стійких до системних гербіцидів сполошної дії.

В недалекому минулому стримуючим фактором поширення технології *No-till* були: дешева робоча сила, дешеві пально-мастильні матеріали, низькі ціни на добрива і техніку. Високий урожай можна було виростити і без технологій мінімального обробітку ґрунту. Проблеми захисту ґрунтів від ерозії вирішували завдяки контурному і контурно-меліоративному землеробству, дефляцію стримували за допомогою плоскорізального впливу. Проте нині ситуація змінюється на користь подальшого полегшення праці та зменшення енерговитрат, у т.ч. за рахунок поширення технологій *No-till*. Очевидно, в недалекому майбутньому технологія *No-*

*till* буде використовуватися на площі понад 4 млн га приданих для її застосування ґрунтах України.

Таблиця 2.12

**Структура витрат за технологічними варіантами вирощування озимої пшениці**

Показник	Технологія				
	традиційна	інтенсивна	енерго-зберігаюча	мінімальна	нульова
Прямі енерговитрати: МДж/га, %	4399,96 24,6	9770,67 24,5	4016,35 22,3	2086,36 10,0	2035,18 9,8
Енерговитрати праці: МДж/га; %	503,28 2,8	973,77 2,5	469,17 2,7	366,17 1,7	327,83 1,6
Витрати матеріалізованої енергії, МДж/га, %	10960,4 61,4	25809,22 64,8	11604,42 64,5	16954,8 81,0	16954,8 82,2
Енергоємність технічних засобів: МДж/га, %	1991,41 11,2	3262,07 8,2	1967,44 9,5	1518,34 7,3	1320,92 6,4
Сукупні витрати: МДж/га, %	17855,05 100	39815,73 100	18057,38 100	20925,67 100	20638,73 100

Джерело: [35].

Нині рівень розораності території України досяг 72 % і являє собою один з найвищих показників у світі. Проте обсяг виробництва зернових/зернобобових культур і цукрових буряків на одну особу скоротився у порівнянні з 1990 р. на 13 і 65 % відповідно. Отже, екстенсивний шлях використання посівних площ себе не виправдав, як і надмірне використання ще одного доступного в Україні ресурсу – людського капіталу. Задіяне у сільськогосподарській галузі населення становить понад 16 % (згідно з дослідженнями FAO, в розвинених країнах у середньому цей показник не перевищує 9 %), проте обсяг виробленої одним працівником доданої вартості досяг лише 2,5 тис. дол. США на рік (у Польщі – 3,0 тис., Румунії – 9,7 тис., США – 51,0 тис.).

Засноване на використанні інтенсивних технологій, значної кількості хімікатів (добрив, гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів, пестицидів, регуляторів росту рослин) на кінець XX ст. у розвинених країнах сільське господарство гарантовано забезпечило підвищення продуктивності, належне і стійке постачання харчових продуктів населенню. Водночас процеси інтенсифікації галузі супроводжувалися суттєвими негативними наслідками. Збільшення площі полів з метою підвищення ефективності виробництва зумовлює ерозію ґрунтів. Використання великих доз мінеральних добрив та пестицидів забруднює довкілля, порушує екологічну рівновагу та харчовий ланцюг, значно скорочує популяції комах, птахів і ссавців, спричиняє руйнацію природного середовища. Промислове тваринництво з моральних міркувань розглядається як жорстоке, а щодо використання антибіотиків і гормонів росту та

накопичення їх у м'ясі тварин – як шкідливе для здоров'я людини. Монокультурне ведення господарства створює сприятливе середовище для шкідників і хвороб культурних рослин.

Протягом останніх 3–4 років у аграрному секторі України активізувався більш виважений підхід до культури землеробства, зростання рівня агротехнологічної грамотності при впровадженні нових технологій. Однак шлях модернізації сільськогосподарської галузі є доволі тернистим. *По-перше*, при впровадженні нових технологій багато господарств допускають порушення, зокрема, при внесенні мінеральних добривах, засобів захисту рослин, якості обробітку ґрунту. Переважна більшість підприємств вносить 50–70 кг мінеральних добрив замість необхідних 250–300 кг. Економія неминує призводити до негативних наслідків деградації земель і значного зростання інвестицій на їхнє відтворення у майбутньому [36].

Великі сільськогосподарські підприємства (агрохолдинги частка землі в обробітку яких нині становить 40–45 %), залежно від характеристик ґрунту і біологічних вимог вирощуваної культури, в основному використовують у землеробстві 2–3 технології одночасно (рис. 4).

Традиційно склалося, що для технології *No-till* найпридатнішими вважаються зернові-колосові, зернобобові, кукурудза, соняшник і ріпак. Вирощування культур, вимогливих до підвищеної аерації та низької щільності ґрунту (цукровий буряк, овочеві культури, картопля тощо) за мінімальною і нульовою технологіями обмежена.

Проблема ущільнення ґрунту на глибині орного шару (20 см) після багатьох років плужного обробітку і підорного шару на глибині 40–45 см внаслідок руху по полю важкої техніки при послідовному впровадженні методу *No-till* розв'язується за допомогою чизельного розпушення й насичення ґрунту органічною речовиною. Для кислих ґрунтів поверхнево вносять вапно дозами від 1/7 до 1/2 повної 2–3 річної норми. Зі спеціально підібраними сидератами воно швидко проникає вглиб ґрунту.

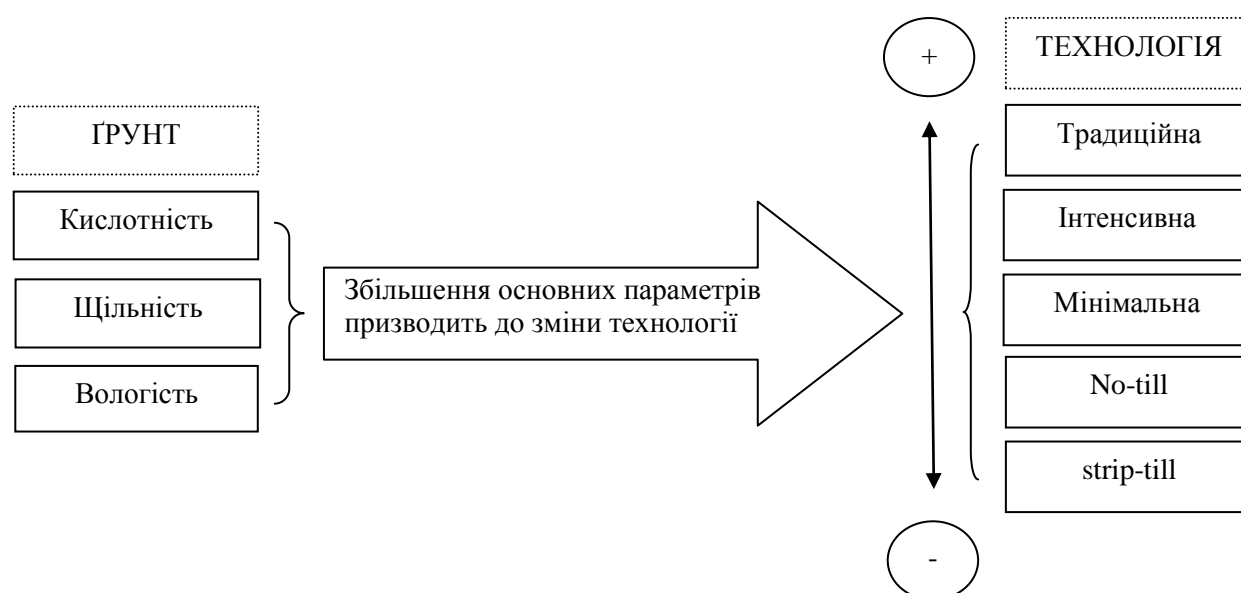


Рис. 4. Залежність технологій від ґрунтових характеристик

Технології *No-till* змушують повернутися до сівозмін. Монокультурне землеробство за технології прямої сівби неприпустиме. Воно являє собою прямий шлях до банкрутства. Так, у СТОВ «Агролан» Новомиргородського району Кіровоградської області сівозміна, побудована за принципами *No-till*, передбачає чергування однодольних і дводольних культур з різним типом кореневої системи, що дає змогу ефективно контролювати фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур (табл. 13).

Запроваджена сівозміна дає можливість вносити корективи в структуру посівних площ сільськогосподарських культур залежно від економічних чинників, притаманних аграрному бізнесу України, змінити частку не лише зернових, а й олійних культур, зокрема, соняшнику чи озимого ріпаку [37].

Таблиця 13

**Сівозміна СТОВ «Агролан» Новомиргородського району Кіровоградської області**

№ поля	Сільськогосподарська культура	№ поля	Сільськогосподарська культура
1	Озимий ріпак (горох)	5	Соя
2	Озима пшениця (озимий ячмінь)	6	Кукурудза
3	Соняшник	7	Соя
4	Ярий ячмінь (озимий ячмінь)	8	Ярий ячмінь (озимий ячмінь або пшениця)

До енергозберігаючих і ґрунтозахисних систем землеробства належить також *strip-till* технологія (англ. *strip tillage*), створена на базі сівалки *Spirit* і культиватора *Carrier*. Нові ґрунтообробні органи знаряддя з шириною робочої поверхні 25 мм можуть розпушувати ґрунт на глибину до 300 мм з інтервалом 330 мм. Згідно з принципами *strip-till*, розпушення ґрунту проводиться лише там, де висівається насіння. Це сприяє економії робочого часу і пального, знижує загальні виробничі витрати на сівбу. Перед сівбою культиватором проводять один обробіток поля з одночасним внесенням добрив в два різні горизонти ґрунту. Загальні витрати пального на культивування і сівбу залежно від типу і глибини обробітку ґрунту становлять близько 20 л/га.

Технологія *strip-till* поєднує деякі принципові переваги інших систем обробітку ґрунту: традиційної на базі оранки та висіву насіння у чистий від пожнивних решток ґрунт, що виключає їх можливий негативний вплив на проростання та розвиток культурних рослин; *mini-till*, за якої ґрунт обробляється лише у місці висіву насіння, що значно зменшує енерговитрати; *No-till* із залишками на полі рослинних решток, які захищають ґрунт від ерозійних процесів, в зимовий період виконують функцію снігозатримання, а у вегетаційний – сприяють збереженню вологи та ускладнюють проростання бур'янів у міжрядді.

Однією зі значних переваг технології *strip-till* є можливість одночасного внесення мінеральних добрив неподалік зони висіву насіння в декількох горизонтах (на різну глибину). При цьому добрива розміщуються локально, здебільшого у вологому шарі з мінімальним перемішуванням у ґрунті. Це забезпечує рослини легкодоступними поживними речовинами на різних етапах їх розвитку з високим коефіцієнтом ефективності фактично протягом всього вегетаційного періоду й сприяє утворенню потужної кореневої системи культур. На початковому етапі рослина як і за традиційної технології використовує стартові добрива поблизу поверхні, з тим

поглинає поживні речовини, внесені ґрунтообробною частиною на більшу глибину. Технологія *strip-till* добре зарекомендувала себе під час вирощування технічних культур – сої, соняшнику, кукурудзи, цукрового буряку.

Забезпечення оптимального рівня мінерального живлення рослин протягом періоду вегетації є одним з найважливіших питань будь-якої технології вирощування сільськогосподарських культур. Науковими дослідженнями доведено, а практикою підтверджено, що найчастіше у ґрунті не вистачає азоту. У зв'язку з цим ґрунт слід постійно поповнювати саме цим елементом живлення рослин. Використання азотних добрив значною мірою сприяє зростанню врожаю і підвищенню його якості. Так, для 10 т врожаю картоплі потрібно 56 кг азоту, а для отримання 50 т – 300 кг. Якщо у ґрунті міститься 60–70 кг азоту, то решту до необхідної кількості треба вносити.

В азотній групі добрив найпоширенішими засобами підвищення урожайності є аміачна селітра, яка містить близько 34 % азоту, сірчаноокислий амоній (20 % азоту), натрієва селітра (16 %), калійна селітра (13,5 % азоту і 46,5 % окису калію), а також сечовина (до 46 %). Проте, якщо в кінці минулого століття вартість тонни аміачної селітри була еквівалентна тонні пшениці, то нині вона коштує в два рази дорожче за тонну пшениці. Спостерігається й сезонне подорожчання добрив. У грудні 2012 р. вартість аміачної селітри в середньому становила 3100 грн/т, з середини січня 2013 р. ціна на добриво підвищилася до 3200 грн/т, а в березні нітрат амонію вже коштував 3400–3500 грн/т. До того ж з 2010 р. держбюджетом України пільги хімічним підприємствам-виробникам добрив не передбачаються. Відмінено й дотації сільськогосподарським товаровиробникам на їх придбання. Водночас конкуренції між українськими підприємствами хімічної промисловості не існує, а ціни регулюються керуючою компанією [38].

Концепція мінерального живлення рослин базується на забезпеченні їх азотом, фосфором, калієм, сіркою й ін. елементами протягом вегетації, особливо в критичні періоди росту і розвитку. Після внесення у ґрунт добрива не повинні створювати зони з підвищеною концентрацією елементів, знижувати польову схожість насіння і зменшувати продуктивний стеблостій культури. Створення оптимальних умов дозованого живлення рослин протягом вегетації можливе лише при заляганні мінеральних добрив у шарі ґрунту на 3 см у бік та на 5 см глибше посіяного насіння культури.

Забезпечити всі необхідні умови мінерального живлення рослин дають змогу й повільно розчинні добрива з контрольованим розчиненням. Стримуючим фактором їхнього використання є істотно вища порівняно з традиційними добривами ціна. Дешевший спосіб пролонгації традиційних добрив базується на застосуванні спеціальних полімерних речовин. Серед сільськогосподарських виробників широкої популярності набули полімери *Avail*, *Nutrisphere-N*, *Nutricote*, *Osmocote*, *Polyon*. Нанесення на поверхню традиційних мінеральних добрив цих полімерів забезпечує підвищення коефіцієнта використання елементів живлення, зниження їх концентрації й дозоване виділення у ґрунт. Ці аспекти мінерального живлення рослин важливі при створенні раціональної системи застосування добрив під культури, що вирощуються по *No-till* і *strip-till* технологіях. У цих технологіях велика роль відводиться осінньому і передпосівному внесенню добрив, забезпеченню необхідної кількості елементів живлення у вузькому шарі ґрунту.

Для підвищення ефективності виробництва великі підприємства запроваджують корпоративні системи управління ефективністю (СУЕ), метою яких є контроль та облік скорочення виробничих витрат, підвищення урожайності,

планування та прогнозування виробництва. Розроблена в Індустріальній молочній компанії система управління ефективністю «ІМК КОМПАС» включає технологію контролю та обліку, впроваджену 2009 р., систему точного землеробства (2011 р.) і систему управління на основі спектрального аналізу точних супутникових знімків полів (2012 р.).

Застосування системи глобального позиціонування *GPS*, супутникових фотознімків, програмного забезпечення для агроменеджменту на базі геоінформаційних систем (*ГІС*) забезпечило можливість для впровадження технології точного землеробства, яку по праву відносять до високих технологій. Наукова концепція точного землеробства базується на існуванні неоднорідності у межах одного поля або посадок однієї культури. Такі особливості можуть бути викликані специфікою ландшафту, складом ґрунтів та близьким заляганням пластів корисних копалин, станом ґрунтових вод, кліматичними особливостями та особливостями культур, які вирощувалися на земельній ділянці раніше. Зазначене зумовлює необхідність оцінювання й детектування локальних особливостей ґрунтово-кліматичних умов, а також інформації про густину посіву, проведення розрахунків місцевих норм внесення добрив і засобів захисту рослин, встановлення локальних причин хвороб, точнішого прогнозу урожайності й фінансового планування.

Для впровадження системи точного землеробства з листопада 2012 р. на всі пульти управління пневматичних сівалок *Väderstad Rapid* та *Spirit* встановлюється нове програмне забезпечення, в т.ч. система управління на основі пристроїв високої точності супутникової навігації *GPS*. Використання *GPS*-контролю та зв'язку з системою *Trimble GPS* дало змогу оновленим машинам автоматично розпочинати і зупиняти висів насіння й добрив на поворотних смугах, контролювати роботу висівних секцій. Норма висіву насіння і добрив у процесі сівби може автоматично змінюватись в залежності від показників карти *GPS*. Ця карта створюється за результатами попереднього хімічного аналізу ґрунту та планової врожайності. Під час сівби сівалкою всі фактичні дані норм висіву фіксуються на координатній площині для їх подальшого використання і контролю. Диференційована норма внесення забезпечує формування високої якості врожаю на всій площі поля, оптимізує процес використання добрив культурними рослинами, нівелює передозування та вимивання надлишкових поживних речовин у ґрунтові води.

*GPS*-система за допомогою функції пам'яті фіксує місце роботи сівалки на полі. Вся засіяна площа та переміщення сівалки відображаються на дисплеї *Trimble*. При входженні сівалки на засіяну площу висівні пристрої автоматично вимикаються. Якщо під час сівби трапляється клиноподібний прохід, ліва або права частини сівалки вимикаються, щоб уникнути подвійного пересіву. Економія добрив та посівного матеріалу при цьому становить 5–10 %.

Автоматичний запуск і зупинку висіву на поворотних смугах можна використовувати також у випадку, коли поворотна смуга засівається в останню чергу. Потрібно лише занести в пам'ять системи *GPS* необхідну ширину поворотної смуги й сівалка самостійно контролюватиме пуск і вимкнення висівних пристроїв під час перетину невидимої межі. *Väderstad GPS*-контроль спільно з системою *Trimble GPS* сприяють підвищенню рівня якості й точності висіву порівняно зі звичайним способом сівби. Система *GPS* проста у використанні й дає змогу чітко провести сівбу на полі з мінімальною кількістю пересівів та огріхів, що в цілому оптимізує ріст і розвиток кожної культурної рослини на полі.



Оптимізацію витрат при вирощуванні сільськогосподарських культур здійснюють також за допомогою online-сенсора, що монтується на тракторі. Під час роботи на полі YARA N-сенсор фіксує забезпечення посівів азотом. За секунду він сканує близько 70 м<sup>2</sup> посівів. При ширині робочого захвату агрегату 24 м потреба в азоті визначається майже на 3200 м<sup>2</sup>/га. Завдяки регульовальним функціям, закладеним у прикладному програмному забезпеченні, система видає рекомендації щодо внесення добрив і розкидач відповідно змінює їх обсяги. При цьому беруть до уваги швидкість дії добрива та можливості втрати азоту.

YARA N-сенсор має необмежену сумісність з усією наявною технікою для внесення добрив і захисту рослин з електронним керуванням. У великих за розміром площі підприємствах застосовують YARA N-сенсор ALS (Active Light Source) з активною сенсорною системою, яка має власне джерело світла і завдяки цьому може використовуватися цілодобово.

Застосування технології точного землеробства потребує постійного навчання, розроблення агрономічної стратегії і вдосконалення роботи апаратів. Якщо у 2000 р. YARA N-сенсор виконував лише функцію визначення і забезпечення потреби в азоті, то в 2002 р. додали функцію розпізнавання стресу культури від засухи й регулювання цілеспрямованого підвищення рівня сирого протеїну в зерні. За результатами 250 досліджень, найважливішими ефектами для зернових при застосуванні online-сенсора є економія азоту завдяки розподілу добрив відповідно до потреби рослин майже 14 %, попередження полягання посівів на 30–50 %, зменшення загрози появи хвороб рослин, підвищення вмісту протеїну на 0,2–0,5 %, врожайності на 3–7 %, продуктивності комбайна при збиранні врожаю на 12–20 % [39].

Технологія точного землеробства включає такі етапи: створення електронних карт полів; створення бази даних по полях – площа, урожайність, агрохімічні та агрофізичні властивості (фактичні і нормативні), рівень розвитку рослин; проведення аналізу інформації для розроблення і прийняття рішень; подання команд на чіп-карти технічних пристроїв сільськогосподарських агрегатів для проведення диференційованого оброблення рослин [40].

Точне (*прецизійне*) землеробство передбачає постійне спостереження за станом посівів і ґрунту для оперативного планування комплексу дій щодо оптимізації стану проблемних ділянок. Відповідно здійснюється диференційоване внесення добрив в тих ідентифікованих за допомогою GPS-приймачів ділянках, де потреба в певній нормі добрив виявлена агротехнологом за допомогою карт агрофізхімобстеження і врожайності. В деяких ділянках поля норма внесення добрив або обприскування рослин стає меншою за середню, а в деяких – вищою. Таким чином оптимізується розподіл добрив і засобів захисту рослин на полі.

Технологія точного землеробства дає змогу будувати діяльність на основі зібраної інформації на полях з різними характеристиками, а врахування локальних особливостей, що включають структуру і вологість ґрунту, рельєф місцевості, урожайність культури, – оптимізувати витрати і доходи. Точне землеробство сприяє поліпшенню стану полів й агроменеджменту в таких напрямках:

*агрономічному* – урахування реальних потреб культури в добривах, засобах захисту від хвороб і шкідників, удосконалення агровиробництва;

*технічному* – здійснення тайм-менеджменту на рівні господарства, поліпшення планування сільськогосподарських операцій;

*екологічному* – уточнення норм внесення хімікатів, що зменшує вплив негативної дії сільськогосподарського виробництва на авколишнє середовище;

*економічному* – вдосконалення ведення обліку, підвищення коефіцієнта використання обладнання, зростання продуктивності, скорочення витрат, забезпечення ефективності аграрного бізнесу.

Світова практика доводить, що термін окупності приладів точного землеробства у великих господарствах становить 2–4 роки. За даними Інституту точного землеробства (США), диференційоване внесення добрив забезпечує економію в 10 % на кожному гектарі. За умови використання в сільському господарстві супутникового спостереження за посівами замість контрольного об'їзду полів економія становить 146 грн/га [41].

До переваг точного землеробства в агробізнесі належить ведення документації по витратах ресурсів, облік внутрішніх і зовнішніх витрат, збір, аналіз, зберігання критичних даних із внесення добрив, посіву та збирання врожаю, максимізація продуктивності, вдосконалення організації виробництва, оптимізація виробничого циклу, забезпечення електронного запису і зберігання історії польових робіт і врожаїв, складання звітності про виробничий цикл, що в подальшому сприятиме ухваленню рішень про «точкове» внесення добрив, інсектицидів або гербіцидів, полив та інші дії.

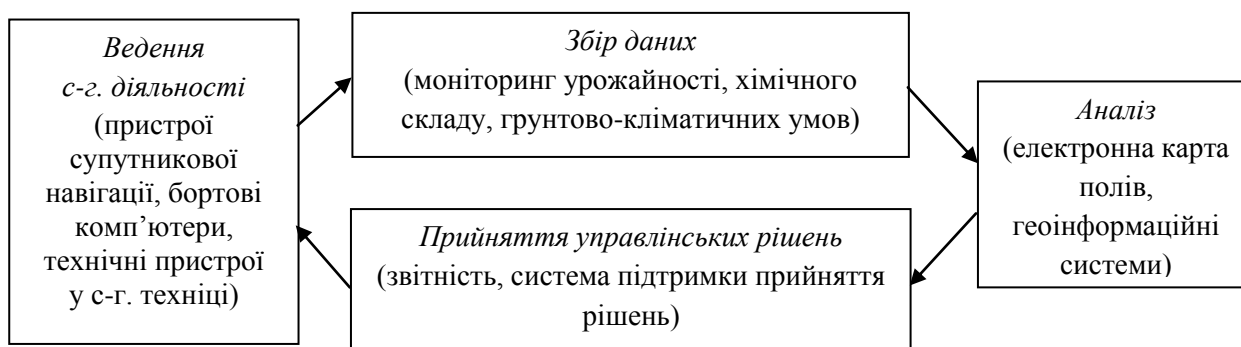
Використання систем спостереження за посівами із супутника дає змогу не лише оперативно стежити за станом полів, але й у режимі реального часу отримувати звіти і повідомлення про найважливіші події по Інтернету або ЗМІ; прогнозувати врожайність полів і господарства в цілому; отримувати супутню інформацію про ринки сільгосппродукції, котирування валют і ціни сільськогосподарських товарів на окремих біржах; зіставляти поточні та історичні значення індексів вегетації, вологості ґрунту, вмісту добрив. Завдяки центрам супутникового стеження можна оптимізувати ряд витрат, які раніше ставили бізнес на межу рентабельності, оптимізувати якість і віддачу кожного ресурсу (земля, працівник, техніка, добрива), кожною операцією здійснювати якісні, а не кількісні зміни.

Точне землеробство являє собою цілісну систему, призначену для оптимізації сільськогосподарського виробництва за рахунок застосування інформації по культурах, передових технологій і методів господарювання. Комплексний підхід до точного землеробства починається з планування сільськогосподарського виробництва і включає розроблення технологічних карт і перелік технологічних операцій.

Виконанню завдань впровадження технологій точного землеробства щодо підвищення ефективності виробництва, поліпшення якості продукції, ефективнішого використання хімічних засобів, економії енергоресурсів, захисту ґрунту і ґрунтових вод та досягненню успіху слугують такі складові як збір даних та їх аналіз (електронна карта полів), менеджмент (система прийняття управлінських рішень), технологія ведення сільського господарства (рис. 5).

Система точного землеробства складається з п'яти етапів: 1) створення електронної карти всього господарства; 2) проведення проб ґрунту на глибині до 30 сантиметрів; 3) диференційоване внесення азотних добрив; 4) заплановане внесення добрив за отриманими раніше координатами; 5) складання карти врожайності після збирання врожаю.

Ця система базується на використанні сучасних інформаційних технологій. Найголовніші з них такі:



**Рис. 2.5. Основні компоненти системи точного землеробства**

технологія глобального позиціонування (*Global Positioning System – GPS*), за якою визначають точні географічні координати кожної ділянки поля і місце розташування сільськогосподарської техніки;

технологія змінного нормування (*Variable Rate Technology – VRT*), що дає можливість виконувати, залежно від ситуації, на кожній ділянці поля необхідну технологічну операцію;

технологія оцінювання врожайності (*Crop Monitor*), яка дає змогу встановити кількість наземної біомаси з кожної ділянки поля.

Оснoву комплексного управління в технології точного землеробства становить система підтримки прийнятих рішень (СППР). Вона формує карти, за якими визначають потребу в обробленні кожної ділянки поля. Електронна карта заноситься в робототехнічні пристрої сільськогосподарського агрегату.

Метою системи точного землеробства є отримання подвійного ефекту: економічного – за рахунок раціонального використання добрив, насіннєвого матеріалу, пального, робочого часу, і, відповідно, збільшення обсягів економічно обґрунтованого врожаю, та екологічного – не перенасичення ґрунтів хімічними елементами.

Система точного землеробства включає спеціально обладнану лабораторію з вивчення ґрунтів, установку метеостанцій та приладів дослідження землі, технічні засоби для проведення сільськогосподарських робіт. Технологію точного землеробства вже використовують 10 великих підприємств, які мають близько 50 тис. га землі в обробітку. За оцінками фахівців, ця технологія дає можливість підвищити рентабельність аграрного бізнесу в середньому на 20 %. Проте малому і середньому бізнесу в Україні технологія точного землеробства токи-що недоступна [42].

На великих площах систему точного землеробства застосовує компанія «Дружба-Нива». При цьому капіталовкладення компанії у впровадження новітньої технології та технічне переоснащення виробництва 2011 р. становили 12 млн дол. США. Водночас диференційоване внесення компенсаційних норм азотних добрив для мінералізації поживних решток економить 15 дол. США/га, раціональне розподілення добрив по полю та повернення в ґрунт з рослинними рештками основних в елементів живлення – від 120 до 300 дол. США/га в залежності від зібраної культури. Технологія змінної норми висіву та автоматичного контролю сошників за рахунок оптимізації густоти рослин забезпечила підвищення урожайності кукурудзи на 20 % та економію насіннєвого матеріалу (відсутність перекриття і загушення посівів) в залежності від конфігурації поля до 15 %. Обробіток ґрунту з одночасним диференційованим локально-стрічковим внесенням чотирьох видів

добрив дав змогу зменшити витрати основних добрив до 50 % в порівнянні з розкиданням їх по полю. Одночасне проведення обробітку ґрунту, внесення добрив і посіву заощаджує близько 40 % пально-мастильних матеріалів порівняно з технологією *mini-till* [43].

Накопичення екологічних проблем у сільському господарстві в динаміці зумовило подальший пошук шляхів виходу із ситуації, що склалася, зміну агрохімічної концепції землеробства на агробіологічну, яка враховує закони Природи, а отже не вступає з нею в конфлікт. Основу агробіологічної концепції землеробства становлять два принципових положення: *перший* – якомога менше заважати, а по можливості й допомагати ґрунтовим мікроорганізмам забезпечувати підвищення родючості ґрунту; *другий* – удобрювати не ґрунт, а підживлювати мікроорганізми, які живуть у ньому. Для цього використовується будь-яка органіка, що зазвичай вважається відходами виробництва й забруднює довкілля. За відповідних умов ґрунтові організми забезпечують рослини усіма необхідними поживними речовинами.

Суть біологічних технологій полягає не в спрощенні, а навпаки, в поглибленні проникнення в природу агрофітоценозу на основі сучасних досягнень ботаніки, зоології, фізіології, мікробіології, екології, біотехнології, генетики та інших фундаментальних наук. Головними ознаками біологічних технологій є ефективне використання сівозмін, удобрення ґрунту органічними добривами, рослинними рештками, сидератами, соломою тощо, повна відмова від застосування агрохімікатів. Обов'язковою умовою біологічних систем землеробства є розширення посівів багаторічних бобових трав (конюшина, люцерна та ін.). Поширена теза «здорова економіка господарства – хвора сівозмін» відображає сутність кон'юнктурно-ринкових, а не природничонаукових пріоритетів у стратегії інтенсифікації рослинництва.

Біологічні технології у рослинництві гармонійно поєднують досягнення природничих, біологічних, техногенних, організаційно-економічних, інформаційних сфер діяльності людини. Вони забезпечують відновлення балансу поживних речовин, нормалізують діяльність ґрунтових організмів, підвищують природну біологічну активність ґрунту, приріст гумусу, одержання екологічно чистої продукції, а створені ними агрофітоценози стають важливою складовою агроландшафтів, які сприяють регенерації води і повітря, забезпечують екологічну чистоту природного середовища, підтримують безпеку і здоров'я людини.

Україна має сприятливі умови для значного поширення біологічних технологій. Основу агроекологічного потенціалу країни становить висока природна родючість ґрунту, яка дає змогу зняти проблему забезпечення рослин елементами живлення, й відносно незначний рівень забруднення полів агрохімікатами. За наявності виробництва біологічних засобів захисту рослин та препаратів, що дають змогу відмовитися від мінеральних добрив, (деструкторів органіки, біологічних фіксаторів азоту, мобілізаторів фосфору тощо), впровадження принципів органічного землеробства стає реальним.

Головний недолік біологічних технологій – це низька врожайність сільськогосподарських культур. За підрахунками фахівців, при переході на біологічні технології обсяги виробництва зерна у світі зменшаться щонайменше вдвічі, що спричинить повальний голод. Тому цілком органічне виробництво вважають неможливим. Проте, швейцарські дослідження виявили зниження урожайності на 20 % в порівнянні з традиційними технологіями. При цьому енерговитрати на добрива і пестициди за використання біологічних технологій зменшуються на 50 і

97 % відповідно. За даними 22-річного вегетаційного досвіду Корнуельського університету, органічні методи вирощування зернових культур та сої мають таку саму врожайність, що й традиційні, при значному зниженні витрат на паливо. Американський досвід свідчить, що врожайність при органічному землеробстві становить в середньому 95–100 % від традиційного [44].

Біологічні технології в ПП «Агроєкологія» в порівнянні з традиційним орним землеробством дали змогу знизити використання пального більше, ніж в чотири рази, пестицидів – у 5–8 разів (обробляється тільки насіння зернових), робочий час – в три рази. При цьому урожайність зернових зросла на 70–110 %, собівартість виробленої продукції нижча, ніж у традиційних господарствах, рентабельність виробництва в середньому становить 36 %. Проте, в більшості випадків застосування органічних технологій збільшує затрат праці й підвищує собівартість кінцевої продукції.

За оцінкою *FAO* наслідків застосування агрохімії та методів індустріального сільського господарства, майбутнє аграрного розвитку має будуватися саме на органічних технологіях відновлення природних ресурсів та мінімізації залежності від вичерпних ресурсів, дбайливого ставленні до природи, фермера та споживача сільськогосподарської продукції.

Біологічна (органічна) система землеробства як об'єднувальне поняття включає біологічну й біодинамічну агротехніку, використання енергоінформаційних чинників, мікробіологічних препаратів і препаратів на основі спорів мікозостворюючих і сапрофітних грибів, черв'якокомпостів та інші технології й агротехнологічні заходи, що виключають застосування мінеральних добрив. Найшвидше й найпродуктивніше органічні технології застосовуються у комплексі з правильно підібраними і вивіреними механічними методами обробітку ґрунту. Використання технології *No-till* в умовах органічного землеробства можливе лише за умов повного відновлення природного балансу ґрунту. Найефективніший шлях до відновлення ґрунту пропонує біодинамічна агротехніка.

*Біодинамічне землеробство* (з грець. “*біос*” – життя і “*динаміс*” – сила, рух) базується на холістичному (*holis* – цілісний, повний) підході до ведення сільського господарства з поєднанням усіх переваг збалансованого екстенсивного рослинництва і тваринництва, усвідомленням й умілим використанням біологічних циклів рослин і тварин, що пов'язані з астрономічним та метафізичним впливом на природні явища, глибокому розумінні процесів, що відбуваються в природі і спрямовані на поліпшення структури ґрунтів, відновлення їх природної родючості, створення екологічно стійких агроландшафтів.

Біодинамічні технології органічного виробництва дають змогу максимально швидко і найрезультативніше поновити мікробіологічний баланс ґрунту, відновити його структуру та природні властивості, накопити гумус й підвищити родючість, забезпечити краще засвоєння рослинами всіх необхідних мікроелементів. На відміну від загальних методів органічного землеробства – застосування виключно природних компонентів, біодинаміка глибше пояснює принципи природного балансу в аграрному виробництві, сприяє раціональному і максимально ефективному використанню природних можливостей землі.

Основна проблема розвитку органічного та біодинамічного землеробства зокрема пов'язана з низьким рівнем професійної освіти в питаннях органічних технологій через потужний вплив агрохімічних корпорацій на формування нового академічного контексту, органічної та біодинамічної аграрної освіти, а також із поширенням інформації про значні втрати врожайності на полях від застосування цих

технологій. Проблема полягає й у тому, що відновити і підвищити родючість ґрунту, а відповідно й урожайність культур, можна лише протягом декількох років, а хімічні методи землеробства дають віддачу протягом одного сезону, хоча й за рахунок подальшої деградації землі.

Слід зауважити, що на сучасному етапі розвитку біотехнологій біопрепарати не можуть повністю замінити внесення мінеральних азотних добрив на всіх культурах в короткостроковому періоді. Можлива лише часткова їх компенсація. Отримання високих врожаїв потребує підтримуючого внесення мінеральних азотних добрив – селітри, нітроамофоски, карбаміду тощо. На практиці доцільно поєднувати їх застосування з біопрепаратами, що сприятиме оптимізації витрат, зменшенню хімічного тиску на ґрунт і підвищенню його природної родючості. Повна відмова від мінеральних добрив можлива в перспективі шляхом системного методичного підходу, тобто мінімальної обробки ґрунту, використання деструкторів стерні (біологічні азотфіксатори) й сівозмін. Водночас досвід переконує в раціональності довгострокових збалансованих органічних методів землеробства (табл. 14).

Таблиця 2.14

**Природоохоронна характеристика технологій у рослинництві, бали**

Показник	Екстенсивна	Індустріальна	Прогресивна	Інтенсивна	Пряма сіва	Ресурсоощадна	Біологічна
Виробництво продукції	1	6	7	10	7	8	5
Регенерація води	9	8	4	0	0	3	9
Регенерація повітря	9	7	6	0	0	3	9
Екологічна чистота	9	7	5	0	0	4	9
Біологічне повернення азоту	8	5	3	0	0	5	10
Промислове повернення азоту	0	5	7	10	10	5	0
Біологічне повернення фосфору і калію	8	5	4	0	0	4	10
Промислове повернення фосфору і калію	0	5	6	10	10	6	0
Обробіток ґрунту	5	7	8	10	0	10	6
Стабільність урожаю	6	6	7	10	7	9	6
Чистота продукції	10	6	5	1	0	5	10

Джерело: [28].

Технологія деструкції покликана вдосконалити використання природної родючості ґрунту, і таким чином переплітається з технологією нульового обробітку ґрунту (*No till*). Переваги технології деструкції можливі за умови правильного використання самого деструктора та інших елементів технології вирощування культур. Незалежно від того, чи має місце нульовий обробіток ґрунту, варто застосовувати деструкцію для збільшення кількості поживних речовин за рахунок розкладання та мінералізації поживних залишків. У випадку, якщо ґрунти має зараження гнилями чи іншими хворобами, деструктор може виступати як слабкий фунгіцид.

До позитивних сторін біологічних технологій відносять [45]:

1) позитивний вплив на довкілля – зростання майже на 30 % ґрунтового зв'язування органічного вуглецю, збільшення видового складу дикорослих рослин;

2) поліпшення структури ґрунту – майже 90 % збагачення мікроорганізмами і черв'яками; зменшення щільності ґрунту, зростання його спроможності утримувати вологу; глибше проникнення коріння рослин у ґрунт під час засухи;

3) зростання рівня репродукції тварин за рахунок кормів, вирощених на таких полях; майже 30 % підвищення продуктивності курей;

4) збільшення вмісту поживних речовин і вітамінів у продуктах та підвищення рівня їх безпеки для здоров'я людини (на 30 % воно залежить від стану довкілля);

5) краще зберігання корисних властивостей продукції, стійкість до шкідливих мікроорганізмів.

Таким чином, органічне виробництво передбачає застосування комплексу агротехнологічних заходів, що базуються на суворому дотриманні екологічно збалансованих сівозмін, уведенні до їх складу бобових культур, системному застосуванні ґрунтозахисних технологій з мінімальним безполицевим поверхневим обробітком ґрунту, мульчування його верхнього шару поживними рештками, широке застосування органічних добрив (нетоварної частини врожаю, гною, сидератів), захисту рослин агротехнічними і біологічними методами.

Головна ідея органічного виробництва – це господарська діяльність у гармонійно збалансованій взаємодії з природою і якомога меншою залежністю від зовнішніх вхідних ресурсів (пального, синтетичних добрив, засобів захисту рослин тощо). Ідеальна модель органічного виробництва базується на змішаному, системно замкненому (безвідходному) органічному господарстві з одночасним отриманням продукції рослинництва і тваринництва за оптимального і необхідного для потреб обох сфер науково обґрунтованого поєднання оброблюваних земель (ріллі), полів із багаторічними травами та іншими кормовими культурами [46].

Однією з необхідних і важливих умов біологічного сільськогосподарського виробництва є активізація діяльності ґрунтової мікрофлори. Таке управління процесами ґрунтової родючості полягає в перебудові мікробного ценозу фітосфери шляхом збагачення ґрунту органічними речовинами, а ризосфери рослин – активними штамами мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів, азот фіксуєючих і фосформобілізуєючих мікроорганізмів, селекціонованих з високопродуктивних природних фітоценозів і агрофітоценозів [47].

Технологія органічного виробництва включає проходження процедури сертифікації на відповідність вимогам (стандартам) для підтвердження статусу виробника органічної продукції. Процес органічного виробництва базується на системному контролі, оцінюванні не лише кінцевого продукту, але й методів його виготовлення [48].

За визначенням *IFOAM* (Міжнародна федерація органічного сільськогосподарського руху), органічне сільське господарство об'єднує усі сільськогосподарські системи, які підтримують екологічно, соціально і економічно доцільне виробництво, спрямоване на роботу з екосистемами, біогеохімічними циклами рослин, та отримання ефекту. Це виробнича система, що підтримує здоров'я ґрунтів, екосистем і людей. Вона спирається на екологічні процеси, біорізноманіття і цикли, адаптовані до місцевих умов, замість використання зовнішніх (вхідних) ресурсів із негативними побічними ефектами. Органічне сільське господарство поєднує в собі традиції, інновації й науку в інтересах навколишнього середовища й тим самим сприяє справедливим відносинам і високій якості життя для всіх зацікавлених сторін. В методологічному аспекті, це комплексний системний підхід,

заснований на багатьох принципах, що сприяють сталості екосистем, безпечності харчових продуктів, добробуту і соціальній справедливості [49].

Згідно з європейським стандартом щодо органічного виробництва, Постановою Ради ЄС № 834/2007 від 28 червня 2007 року, органічне виробництво – це цілісна система господарювання та виробництва харчових продуктів, яка поєднує в собі найкращі практики з огляду на збереження довкілля, біологічного різноманіття, природних ресурсів, застосування високих стандартів належного утримання (добробуту) тварин, та метод виробництва, який відповідає певним вимогам до продуктів, виготовлених із використанням речовин та процесів природного походження [50].

Органічне виробництво залишається важливим напрямом розвитку АПВ України і необхідною умовою екологізації сільськогосподарського виробництва. Для його розвитку потрібна комплексна державна підтримка й ефективна науково-методологічна база. Нині у вітчизняній науці існують дослідження щодо органічного виробництва та різноманітних його аспектів, проте ще багато питань потребують поглибленого опрацювання. Передусім це стосується технологічних аспектів виробництва, особливо в розрізі формування методів переходу до органічних форм господарювання й технологій вирощування продукції рослинництва і тваринництва для відповідності нормам органічних стандартів, а також пошук шляхів та ефективних моделей органічного виробництва.

Нагальною необхідністю залишається розроблення Національних стандартів України з технологій вирощування польових культур та гармонізація зарубіжних *ISO* в галузі рослинництва.

Таким чином, аграрні технології являють собою складне соціально-економічне явище з такими основними компонентами як затрати праці, що оцінюються необхідним часом для виробництва продукції; оплата праці працівника, оператора; засоби механізації трудомістких процесів; засоби хімізації виробництва (агрохімікати); насіння (реалізація досягнень селекції, генетики, біотехнології); інформаційні ресурси, необхідні для здійснення виробництва на всіх його етапах і рівнях, потреба залучення яких в індустріально орієнтованих технологіях різко зростає; темпи економічного розвитку окремих регіонів; наявність на ринку праці кваліфікованої робочої сили; розміри землекористування і масштаби виробництва; рівень розвитку суспільства. Тенденції розвитку технологій в землеробстві наглядно ілюструються на прикладі двох найважливіших технологічних систем – обробітку ґрунту і збирання врожаю.

У сільському господарстві України паралельно співіснують чотири організаційні форми з різним рівнем технологічного забезпечення виробництва. Великі агропромислові об'єднання використовують трудозберігаючі, інформаційноємні технологічні системи; парцелярні господарства – трудомісткі, матеріало- та енергозберігаючі, інформаційно збіднені технології; колективні й фермерські господарства – традиційні, інтенсивні, високоінтенсивні й ресурсозберігаючі типи технологій. Обмеження можливостей більшості сільськогосподарських товаровиробників щодо інвестування в оновлення матеріально-технічної бази орієнтує на дискретний ступеневий характер науково обґрунтованих технологічних змін систем виробництва.

У 2011 р. технологічна потреба сільськогосподарських підприємств у тракторах була забезпечена на 35 %, зернозбиральних комбайнах – 42,7 %, бурякозбиральних комбайнах – 15,5 %, сівалках всіх видів – 39,3 %, плугах – 42,7 %. Вкрай повільне



технічне оновлення й надзвичайно високе зростаюче в динаміці навантаження на сільськогосподарську техніку спостерігається практично в усіх категоріях господарств за винятком високотоварних підприємств і агропромислових об'єднаннях холдингового типу, які мають змогу ефективніше вести господарство та використовувати капітал для технічного переоснащення аграрної галузі з інших сфер диверсифікованого виробництва. Для раціонального формування і оновлення машинно-тракторного парку потрібно щорічно закупляти 10–12 % машин до наявної кількості, а з урахуванням переходу на інноваційно-інвестиційні моделі розвитку агропромислового комплексу – до 20 %.

В галузі рослинництва можна виділити певні етапи вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур з метою реалізації максимального потенціалу врожайності районованих сортів і гібридів. Наукове обґрунтування, розроблення і впровадження у виробництво технологій спрямоване на управління процесом формування врожаю, скорочення розриву між потенційною й реальною продуктивністю культур, реалізацію біологічного потенціалу продуктивності, підвищення стійкості рослин в онтогенезі до стресових біотичних та абіотичних факторів, а також ефективності виробництва за рахунок впровадження прогресивної агротехніки вирощування культурних рослин, організації виробництва і праці та раціонального використання матеріально-технічних ресурсів.

Оскільки технології являють собою систему організаційно-господарських та агротехнологічних заходів, то їх економічна ефективність може визначатися як системи в цілому (комплексно, узагальнено), так і будь-якого її складника за показниками приросту урожайності, вартості додаткового врожаю з одиниці площі, окупності додаткових витрат, зростання продуктивності праці, рівня рентабельності, річного економічного ефекту з розрахунку на одиницю площі та норми прибутку, визначеними на основі даних про виконання робіт, одержану урожайність і якість продукції, а також енергетичної ефективності, що характеризується економією енерговитрат на виконання робіт і виробництво продукції.

Результати досліджень науково-дослідних установ і передових господарств України свідчать, що додаткові витрати на провадження прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур супроводжується економічною (окупність) й енергетичною (енергоощадження) ефективністю. Проте потенціал цих технологій на значних площах майже повністю реалізований і досяг критичної межі щодо забруднення природного середовища й сільськогосподарської продукції, пригнічення механізмів саморегуляції; надмірного зростання витрат не поновлюваної енергії на кожен додаткову одиницю продукції; подальшого збільшення доз азотних добрив і пестицидів, пригнічення росту культурних рослин і ґрунтових організмів, зниження стійкості агрофітоценозів до стресів, досягнення для деяких культур максимуму врожайності.

Технології мінімального і нульового обробітку ґрунту зумовили принципові зміни в розвитку сільського господарства, що характеризуються впровадженням багатофункціональних агрегатів, сформованих на основі сівалки і оприскувача, збереженням рослинних решток на полі після збирання врожаю, відновленням структурної стабільності й біологічної активності ґрунту, поверненням до сівозмін із застосуванням проміжних сидеральних культур, отриманням економічного, енергетичного, екологічного і соціального ефектів та різними рівнями їх співвідношення. Хоча ці технології дають змогу підвищити продуктивність праці в 3–5 раз, скоротити витрати на оплату праці в 1,6 раза, на технічні засоби і пально-

мастильні матеріали – в 1,5 і 2,2 раза відповідно, впровадження їх у виробництво стримується високими цінами на техніку, необхідністю застосування імпортованих системних гербіцидів, комп'ютерного керування технікою через супутник, потребою надзвичайно високої кваліфікації агрономічного і технічного персоналу.

До енергозберігаючих і ґрунтозахисних систем землеробства належить *strip-till* технологія, яка створена на базі сівалки *Spirit* і культиватора *Carrier* і поєднує принципові переваги традиційної, мінімальної й нульової технології. Водночас однією зі значних переваг технології *strip-till* є можливість одночасного внесення мінеральних добрив неподалік зони висіву насіння в декількох горизонтах (на різну глибину). Це забезпечує рослини легкодоступними поживними речовинами на різних етапах їх розвитку з високим коефіцієнтом ефективності фактично протягом всього вегетаційного періоду. При цьому загальні витрати пального на культивування і сівбу залежно від типу і глибини обробітку ґрунту становлять 20 л/га.

Застосування системи глобального позиціонування *GPS*, супутникових фотознімків, програмного забезпечення для агроменеджменту на базі геоінформаційних систем (ГІС) забезпечили можливість для впровадження технології точного землеробства. Наукова концепція точного землеробства базується на існуванні неоднорідності у межах одного поля або посадок однієї культури. Використання *GPS*-контролю та зв'язку з системою Trimble *GPS* забезпечує 5–10 % економію добрив і посівного матеріалу, а online-сенсори з функціями визначення і забезпечення потреби в азоті й розпізнавання стресу культури від засухи дає можливість економити 14 % азоту, на 30–50 % попереджувати полягання посівів, на 3–7 % підвищити урожайність і 12–20 % продуктивність комбайна при збиранні врожаю.

Накопичення екологічних проблем у сільському господарстві зумовило зміну агрохімічної концепції землеробства на агробіологічну, яка враховує закони Природи. Головними ознаками біологічних технологій є ефективне використання сівозміни, удобрення ґрунту органічними добривами, рослинними рештками, сидератами, соломомою тощо, повна відмова від застосування агрохімікатів. Біологічні технології в ПП «Агроекологія» в порівнянні з традиційним орним землеробством дали змогу знизити використання пального більше, ніж у чотири рази, пестицидів – у 5–8 разів (обробляється тільки насіння зернових), робочий час – в три рази. При цьому урожайність зернових зросла на 70–110 %, а рентабельність виробництва становить 36 %.

### Література:

1. Земельні ресурси світу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.http://hghltd.yandex.net/>.
2. Зубарев А.А. Пути повышения эффективности применения средств химизации в земледелии республики / А.А. Зубарев // Информационный бюллетень. – 2008. – № 11. – С. 16–21 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.gro.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub\\_25175.doc](http://www.gro.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_25175.doc).
3. Малиенко А.М. Технологи в сільськогосподарському виробництві / А.М. Малиенко // Інноваційні шляхи розвитку агропромислового комплексу: задачі і перспективи : міжнародний збірник наукових праць Донської аграрної науково-практичної конференції / ФГБОУ ВПО АЧГАА. – Зерноград, Ростов н/Д : Терра, 2012. – 588 с. [С. 411–426].
4. Семенов С.А. Происхождение земледелия / Семенов С.А. – АН СССР,

Институт археологии. – Л. : Наука, 1974. – 315 с.

5. Олмстед А. Механизация сельского хозяйства Калифорнии в 1870–1930 годах / Ален Олмстед, Пол Роуд / Аграрная эволюция России и США в XIX – начале XX века. – М. : Наука, 1991. – С. 250–270.

6. Сабо Е.Р. Революция машин: история промышленного переворота / Сабо Е.Р. – Будапешт : Изд-во Коровина, 1975. – 135 с.

7. Россоха В.В. Технологическая модернизация сельского хозяйства: теория и практика / В.В. Россоха, А.М. Малиенко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.innclub.info>.

8. Малиенко А.М. Загальні закономірності формування технологій мінімального обробітку ґрунту в землеробстві України / А.М. Малиенко // АгроІнКом. – 2007. – № 1–2. – С. 18–22.

9. Малиенко А.М. Соціально-економічні проблеми формування агротехнологій в Україні / А.М. Малиенко // Вісн. аграр. науки. – 2002. – № 8. – С. 63–66.

10. Россоха В.В. Формування і розвиток виробничого потенціалу аграрних підприємств: монографія / Россоха В.В. – К. : ННЦ ІАЕ, 2009. – 444 с.

11. Розвиток аграрних холдингових формувань та заходи з посилення соціальної спрямованості їхньої діяльності / [Лупенко Ю.О., Кропивко М.Ф., Малік М.Й. та ін.] ; за ред. М.Ф. Кропивка. – К. : ННЦ ІАЕ, 2013 – 50 с.

12. Білоусько Я.К. Удосконалення техніко-технологічного оснащення аграрного виробництва / Я.К. Білоусько, В.Л. Товстопят. – К. : ННЦ ІАЕ, 2012. – 59 с.

13. Прокопа І.В. Господарства населення в сучасному аграрному виробництві і сільському розвитку / І.В. Прокопа, Т.В. Беркута. – К. : НАН України; Ін-т екон. і прогноз., 2011. – 240 с.

14. Інноваційні трансформації аграрного сектора економіки : моногр. / [Шубравська О.В., Молдован Л.В., Пасхавер Б.Й. та ін.] ; за ред. О.В. Шубравської. – К. : НАН України; Ін-т екон. і прогноз., 2012. – 496 с.

15. Стратегічні напрями сталого розвитку сільських територій на період до 2020 року / [Лупенко Ю.О., Малік М.Й., Булавка О.Г. та ін.] ; за ред. Ю.О. Лупенка та О.Г. Булавки. – К. : ННЦ ІАЕ, 2013. – 74 с.

16. Лобас М.Г. Соціально-економічні аспекти сільськогосподарського районування України / М.Г. Лобас, А.М. Суконник, А.М. Малиенко // Економіка АПК. – 1995. – № 6. – С. 37–45.

17. Сайко В.Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В.Ф. Сайко, А.М. Малиенко. – К. : ЕКМО, 2007. – 44 с.

18. Петров В.М. Організаційні проблеми технологічного забезпечення землеробства в Україні / В.М. Петров // АгроІнКом. – 2007. – № 1–2. – С. 23–26.

19. Хорш М. Фермер-конструктор / Михаэль Хорш // Зерно. – 2009. – № 6(38). – С. 8–15.

20. Россоха В.В. Технологічний розвиток агропромислового виробництва / Россоха В.В. – К. : ННЦ ІАЕ, 2009. – 115 с.

21. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / [Присяжнюк М. В., Зубець М.В., Саблук П.Т.] ; за ред. М.В. Присяжнюка, М.В. Зубця, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова. – К. : ННЦ ІАЕ, 2011. – 1008 с.

22. Стратегічні напрями розвитку земельних відносин у сільському господарстві на період до 2020 року / [Федоров М.М., Ходаківська О.В., Корчинська С.Г., Солов'яненко Н.А.] ; за ред. Ю.О. Лупенка, М.М. Федорова. – К. : ННЦ ІАЕ, 2012. – 58 с.

23. Доповідь президента Національної академії аграрних наук академіка НААН Зубця М.В. на Загальних зборах Академії 24 листопада 2010 року / М. В. Зубець // АгроІнКом. – 2010. – № 10–12. – С. 3–12.
24. Присяжнюк М. В полі залишається 8–12 мільярдів гривень / М. Присяжнюк // Урядовий кур'єр. – 2011 р. – 6 жовт.
25. Олійник О.В. Державна підтримка матеріально-технічного забезпечення аграрних підприємств / О.В. Олійник, Т.В. Калашникова // Економіка АПК. – 2012. – № 7. – С. 93–97.
26. Білоусько Я.К. Відтворення і оновлення машинно-тракторного парку аграрної сфери / Я.К. Білоусько // АгроІнКом. – 2013. – № 1–3. – С. 52–55.
27. Климов С.Н. Интеллектуальные ресурсы организации / Сергей Михайлович Климов. – С.Пб. : ИВЭСЭП; Знание, 2000. – 168 с.
28. Лихочвор В. Про революційні зміни у технологіях у рослинництві / В. Лихочвор, В. Петриченко // Зерно. – 2010. – № 7 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zerno-ua/?p=10452>.
29. Панахид Г.Я. Економічна ефективність поверхневого та докорінного поліпшення лучних угідь тривалого використання / Г.Я. Панахид, У.О. Котяш, М.Т. Ярмолук // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 73. – С. 240–243.
30. Звіт про науково-дослідну роботу по завданню “Вивчити економічну і біоенергетичну ефективність вирощування нових сортів озимої пшениці та представити пропозиції по виробництву конкурентоспроможного зерна цієї культури”. – Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла УААН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agroua.net/economics/documents/category-120/doc-194/>.
31. Лихочвор В.В. Ресурсоощадна технологія вирощування озимої пшениці для умов Західної України : моногр. / Лихочвор В. В. – Львів : НВФ Українські технології, 1997. – 204 с.
32. Харченко А.Г. Основные этапы внедрения метода No-Till / А.Г. Харченко [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bioinvest.com.ua/>.
33. Россоха В.В. Виробничий потенціал аграрних підприємств: методологія, методика, державне регулювання розвитку: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора економ. наук : спец. 08.00.03 “Економіка та управління національним господарством” / В.В. Россоха. – К., 2011. – 38 с.
34. Скиданова М. Сжигать стерню – себе дороже выйдет / М. Скиданова // Информационный бюллетень. – 2008. – № 11. – С. 32–34.
35. Данилова О.А. Оптимізація технологічних рішень у виробництві зерна в умовах недостатнього зволоження / О.А. Данилова, А.В. Македонський // Макроекономічне регулювання інвестиційних процесів та впровадження стратегії інноваційно-інноваційного розвитку в Україні: матер. міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 23–24 жовтня 2008 р.) ; у 3-х ч. – К. : РВПС України НАН України, 2008. – Ч. 2. – 405 с. [С. 369–373].
36. Васильєв П. Фінансування агросектору: прогнози та реалії / П. Васильєв [Електронний ресурс] // Агробізнес сьогодні. – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/2010-06-11-12-52-32/809-2012-01-03-11-00-58.html>.
37. Мостіпан М. Сучасна технологія No-Till / М. Мостіпан, В. Снісаренко [Електронний ресурс] // Агробізнес сьогодні. – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/2010-06-11-07-03-13/55--no-till.html>.

38. Філатов С. Ціна врожаю / С. Філатов [Електронний ресурс] // Агробізнес сьогодні. – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/2010-06-11-12-52-32/1634-2013-06-17-12-16-42.html>.
39. Точне землеробство: використання online-сенсорів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.agronom.com.ua/public/agrotech/>.
40. Использование GPS в сельском хозяйстве – точное земледелие [Электронный ресурс], – Режим доступа: [http:// garmin.km.ua](http://garmin.km.ua).
41. Тимошенко Є. Точне землеробство та українські реалії / Є. Тимошенко [Електронний ресурс] // Агробізнес сьогодні. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/2012-07-07-14-39-23/1307-2012-11-16-12-58-37.html>.
42. Патиківський Ю. Обжинки за сигналом «джіпієс» / Ю. Патиківський, М. Бойко // Україна молода. – 2012. – № 154. – 17 жовт.
43. Євтєєв О. Мистецтво знижувати витрати / О. Євтєєв // Агропрофі. – 2012. – 20 жовт.
44. Органічне землеробство [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://byshev.org/stati/organ-chne-zemlerobstvo.html>.
45. Ляшенко В. Природне землеробство: перспективи розвитку / В. Ляшенко, І. Лазаренко, Л. Рисін // // Майбутнє України в гармонії з Природою. – Дніпропетровськ : [б.в.], 2010. – С. 23–37.
46. Шарапатака Б. Органическое сельское хозяйство / Б. Щарапаатака, И. Урбрн // Чешская Республика : Бюоынститут, Оломоуц, 2010. – 398 с.
47. Шерстобаєва О.В. Екологічні, економічні та соціальні передумови біологічного землеробства / О.В. Шерстобаєва // Агроекологічний журнал. – 2007. – № 1. – С. 67–70.
48. Чухліб Ю.О. Стан розвитку органічного виробництва в Україні й Полтавській області та перспективи його дослідження / Ю.О. Чухліб // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2012. – № 2. – С. 207–211.
49. The IFOAM standard for organic production and processing. Draft Version 0.2. – 2011.
50. Довідник стандартів ЄС щодо регулювання органічного виробництва та маркування органічних продуктів. – Кн. 1. / За ред. Є. Милованова, С. Мельника, О. Демидова [та ін.]. – Л. : ЛА «Піраміда», Федерація органічного рух України, 2008. – 204 с.